

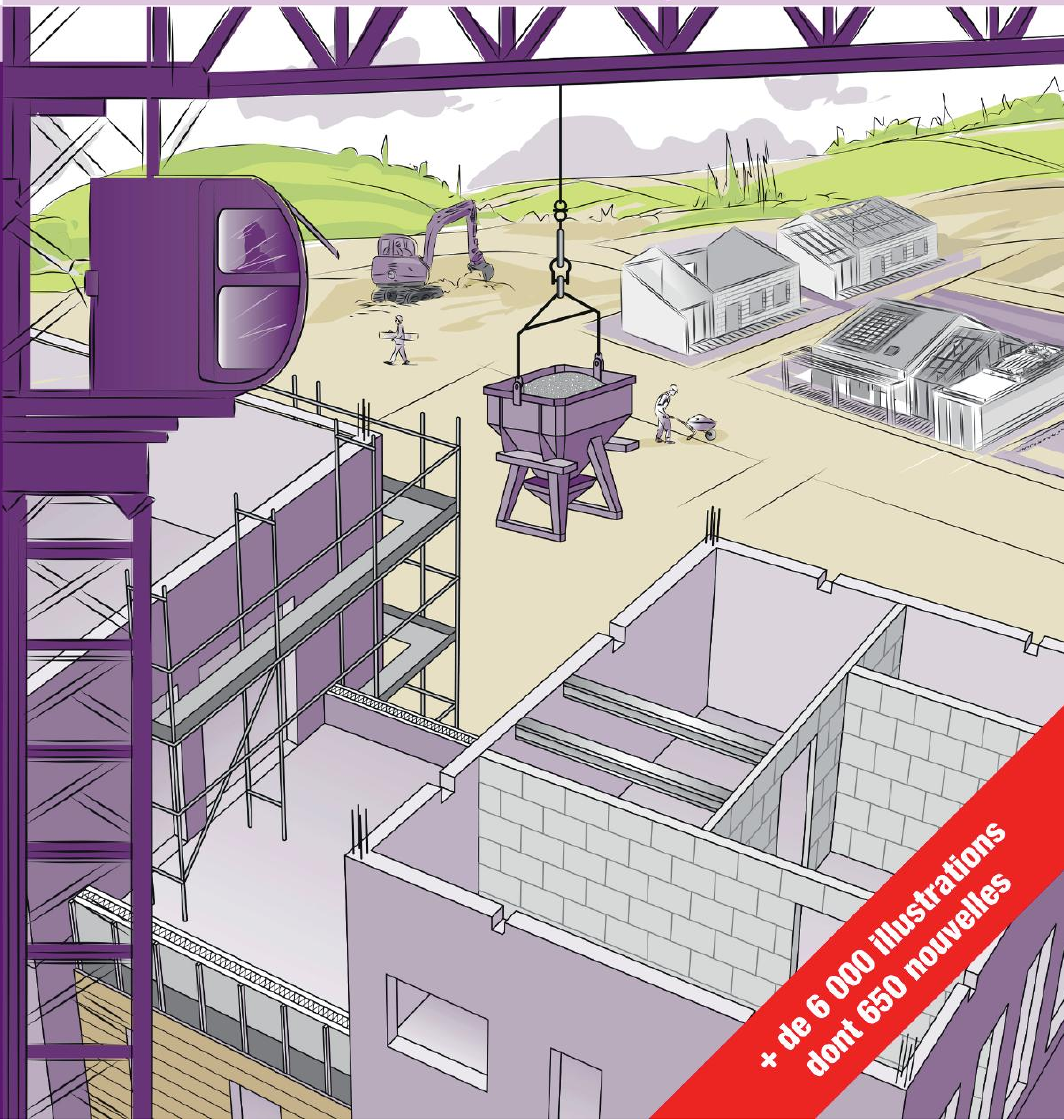
La construction

comment ça marche ?

Toutes les techniques de construction en images

Alain et Ursula Bouteveille

3e édition
avec nouvelles planches



+ de 6 000 illustrations
dont 650 nouvelles

Editions LE MONITEUR

La construction

comment ça marche ?

Remerciements

« Un bon croquis vaut mieux qu'un long discours. »

Combien de fois avons-nous entendu ce célèbre adage ! Parmi les professionnels, dans les bureaux d'études, sur les chantiers, dans les salles de cours, dans les réunions de travail, formelles ou informelles, dans les rédactions et les couloirs de maisons d'édition ou encore de la part des lecteurs. Plus encore aujourd'hui, à une époque où tout bouge, où tout va vite et où l'accès rapide à l'information est devenu une nécessité, on n'illustre plus mais on « écrit par le dessin ». Ainsi est née l'idée de *La Construction : comment ça marche ?*

Merci à Thierry de nous avoir proposé d'écrire ce livre. Par son enthousiasme, il a beaucoup apporté à son contenu et à sa forme. Merci à Claire d'avoir soutenu ce projet et aux éditeurs techniques pour leurs encouragements. Merci à la formidable équipe d'illustrateurs sans lesquels cet ouvrage n'aurait pas vu le jour. Merci enfin aux architectes, ingénieurs, professeurs, membres des bureaux de contrôle, juristes et à tous les professionnels cités ci-dessous, qui ont pris le temps de relire ces pages malgré un emploi du temps souvent chargé, pour apporter leur expérience précieuse au contenu de ce livre.

Si, comme on le dit parfois, « une image, c'est mille mots », nous vous souhaitons une bonne lecture des six millions cinq cent vingt trois mille mots de cet ouvrage.

Les auteurs remercient notamment :

Jean-Charles du Bellay, Yves Benoit, Jean-Pierre Biger, Frank Bourdon, Régis Bourrier, Christine Brambilla, Sylvain Brigand, Pierre Caroff, Laurent Deelersnyder, Laurence Ducamp, Bruno Feuardant, René Fioroni, Luc Floissac, Simone Frasquet, François-Maxime Fuchs, Yves Goujon, Patrick Grépinet, Christian Guégan, Jean-claude Guinaudeau, Loïc Hamayon, Gérard Karsenty, François Lassale, Pierre Lavigne, Carole Le Bloas, Jean Lemale, Pierre Martin, Virginie Merlin, Rémy Mouterde, Jean-Pierre Muzeau, Laetitia Pascal, Jean-Pierre Paulard, Wilfried Pillard, Benoît Raymond, Damien Ricotier, Dominique Serre, François Virolleaud.

Directrice des éditions : Claire de Gramont

Directeur éditorial : Thierry Kremer

Maquette, conception et coordination graphique : Alain Bouteveille Sanders

Réalisation des illustrations : Alain et Ursula Bouteveille Sanders, Rachid Maraï,
STDI (Shishu Vilmain, Kathy Lesueur, Agnès Hémeury, David Poidvin)

Illustrations de couverture : Alain Bouteveille Sanders et Rachid Maraï

Mise en page et couverture : STDI (Charlène Pineau)

Relecture : Émilie Guillier et Delphine Galtier

Fabrication : Anne-Lise Lapoire

Avertissement

Les cotes, dimensions et informations sont données à titre indicatif et n'engagent ni la responsabilité des auteurs ni celle de l'éditeur ; elles ne dispensent pas de se reporter aux normes et à la réglementation régissant la construction. Le plus grand soin a été apporté à mentionner dans la bibliographie l'ensemble des sources consultées ; nous vous remercions de nous signaler toute omission ou toute mention qui serait erronée.

ISBN de la version papier : 978-2-281-14157-3
ISBN de la version numérique : 978-2-281-14253-2

La construction

comment ça marche ?

Toutes les techniques de construction en images

Alain Bouteveille
Responsable de la production graphique aux éditions du Moniteur

Ursula Bouteveille
Journaliste-graphiste free-lance

3e édition

Introduction

Un véritable aide-mémoire des savoir-faire

Quels sont les points singuliers à respecter pour la réalisation d'une toiture végétalisée ? Comment sont constitués les profilés de fenêtres métalliques à rupteurs de ponts thermiques ? Quels sont les rendements d'une éolienne ? Quelles sont les distances à respecter pour installer un réservoir fixe aérien GPL ? Comment fonctionne une chaudière alimentée par des plaquettes de bois ? Quels principes respecter pour concevoir un système de climatisation centralisé ? Quels sont les principes de construction d'une piscine extérieure ? Comment mettre en œuvre un mur végétalisé sur une façade ?

Ces questions, chaque professionnel de la construction se les est posées un jour ou l'autre lors d'un chantier. Ces interrogations sont d'autant plus légitimes que le contexte réglementaire et normatif s'est complexifié depuis quelques années pour répondre aux exigences liées au développement durable et aux nouveaux enjeux énergétiques, environnementaux et sociétaux.

C'est à ces questions – et bien d'autres encore ! – que l'ouvrage *La Construction : comment ça marche ?* apporte les réponses de manière précise… grâce à l'image. Riche de plusieurs milliers d'illustrations, cet ouvrage aborde les principes fondamentaux des techniques de construction et d'équipement des espaces extérieurs, en détaillant simplement leur fonctionnement.

S'appuyant sur un réseau d'experts, l'auteur y décrit avec précision les divers éléments constitutifs d'une construction et leur mise en œuvre. Il fournit également une vision globale des dispositions constructives et des procédés courants. Enfin, il explique de manière simple le comportement des matériaux et le fonctionnement des ouvrages.

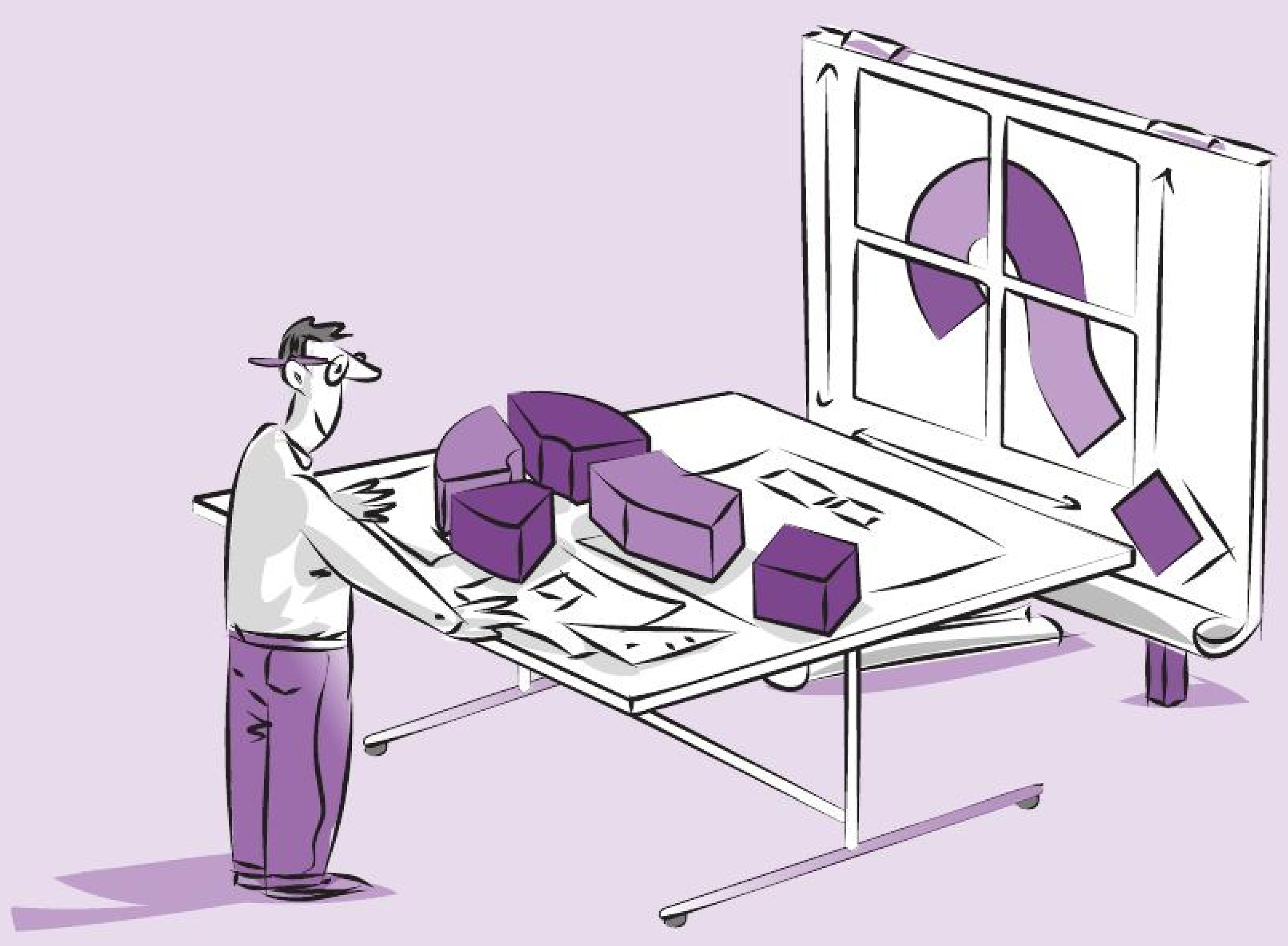
Organisé en cinq chapitres, cet ouvrage pratique et didactique aborde dans une première partie la conception, dans laquelle sont répertoriés et illustrés les éléments et notions qui permettent d'établir un projet de construction. Les quatre parties suivantes sont consacrées au gros œuvre, au second œuvre, aux équipements techniques et aux espaces extérieurs.

Chacune des planches illustrées sur une double page détaille toutes les techniques courantes de construction. L'ouvrage recense également tous les symboles, cotes et termes utilisés dans le domaine de la construction ; il est conçu comme un véritable aide-mémoire des savoir-faire et règles de l'art, tout en précisant le traitement des points singuliers et les moyens d'éviter des désordres.

En somme, un ouvrage synthétique et unique en son genre, destiné à apporter au lecteur une compréhension immédiate et clairement illustrée de l'ensemble des techniques de construction d'un bâtiment et de son environnement immédiat ; avec pour objectif d'optimiser les relations entre professionnels et de renforcer l'efficacité de vos projets.

Bonne lecture.

Conception



Comment ça marche

Plans et dessins

L'exécution de plans, croquis et esquisses permet de donner forme au projet de construction. De la conception à l'exécution, les différentes étapes du dossier de construction s'appuient sur des dessins techniques à l'échelle. Ces dessins donnent une image précise du bâtiment à tous les stades d'avancement du projet ou des travaux. Ils servent à l'obtention du permis de construire et à l'interface entre le bureau d'études et le chantier de construction.

Outils de dessin

On distingue deux méthodes de dessin :
- le dessin à la main ;
- le dessin assisté par ordinateur (DAO).

Le dessin à la main s'effectue sur une table à dessin, équipée d'un mécanisme constitué de règles mobiles facilitant le tracé de lignes parallèles ou perpendiculaires. Les dessins sont réalisés au crayon ou à l'encre de chine, à l'aide d'outils tels que :
- rapporteurs ;
- équerres ;
- gabarits pour les signes conventionnels ;
- trace-lettres ;
- etc.

Le dessin assisté par ordinateur (DAO) s'effectue sur un poste informatique, à l'aide d'un logiciel adapté au dessin de construction. Le dessin est ensuite imprimé sur un traceur au format choisi.



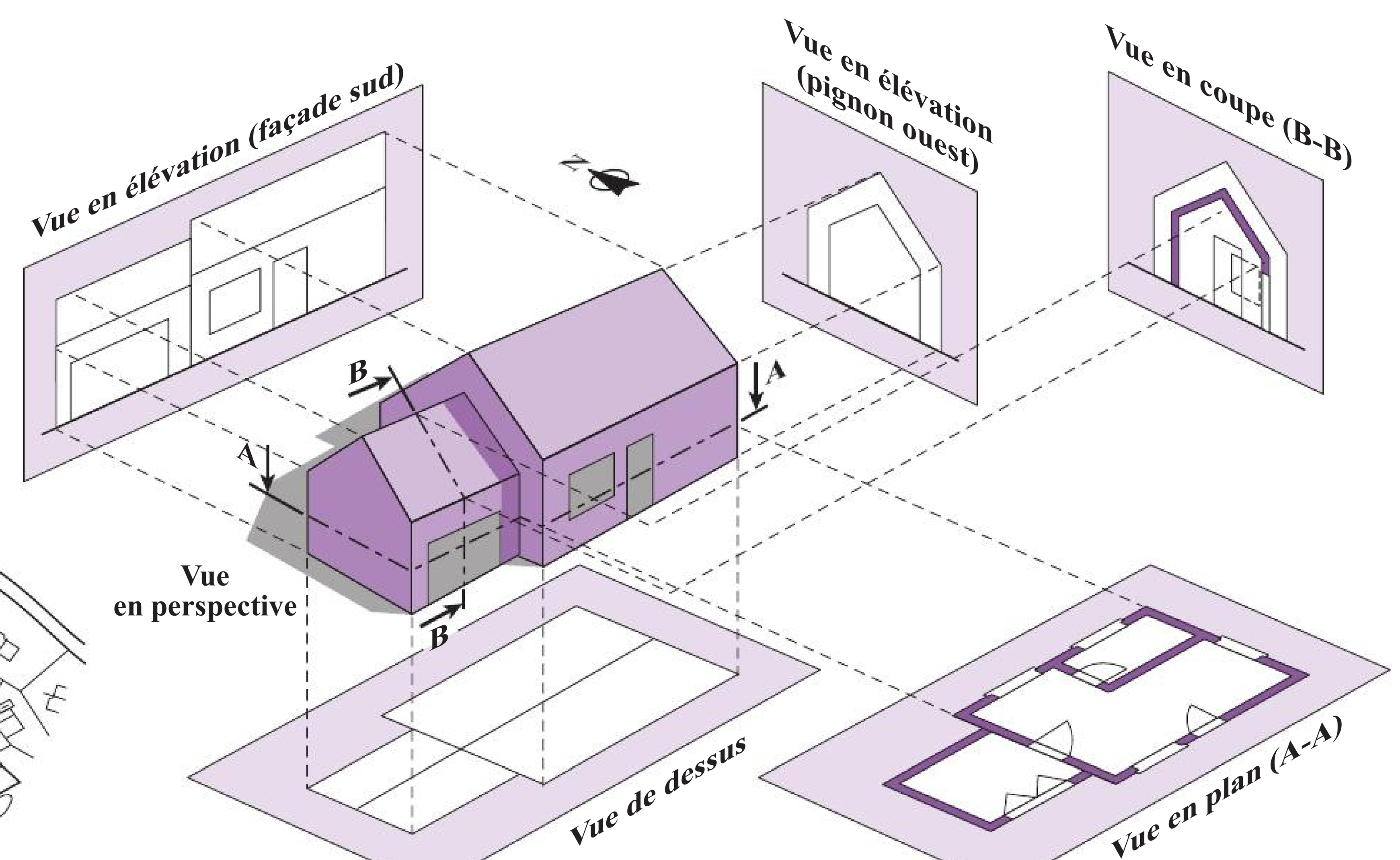
Bureau de dessin

Modes de représentation d'un bâtiment

Il existe plusieurs modes de représentation d'un bâtiment :
- la vue de dessus, qui représente le bâtiment vu d'en haut ;
- la vue en plan, qui suit une ligne de coupe horizontale ;
- la vue en élévation, qui représente les faces extérieures du bâtiment ;
- la vue en coupe, qui suit une section verticale ;
- la vue en perspective, qui renseigne sur le volume du bâtiment.

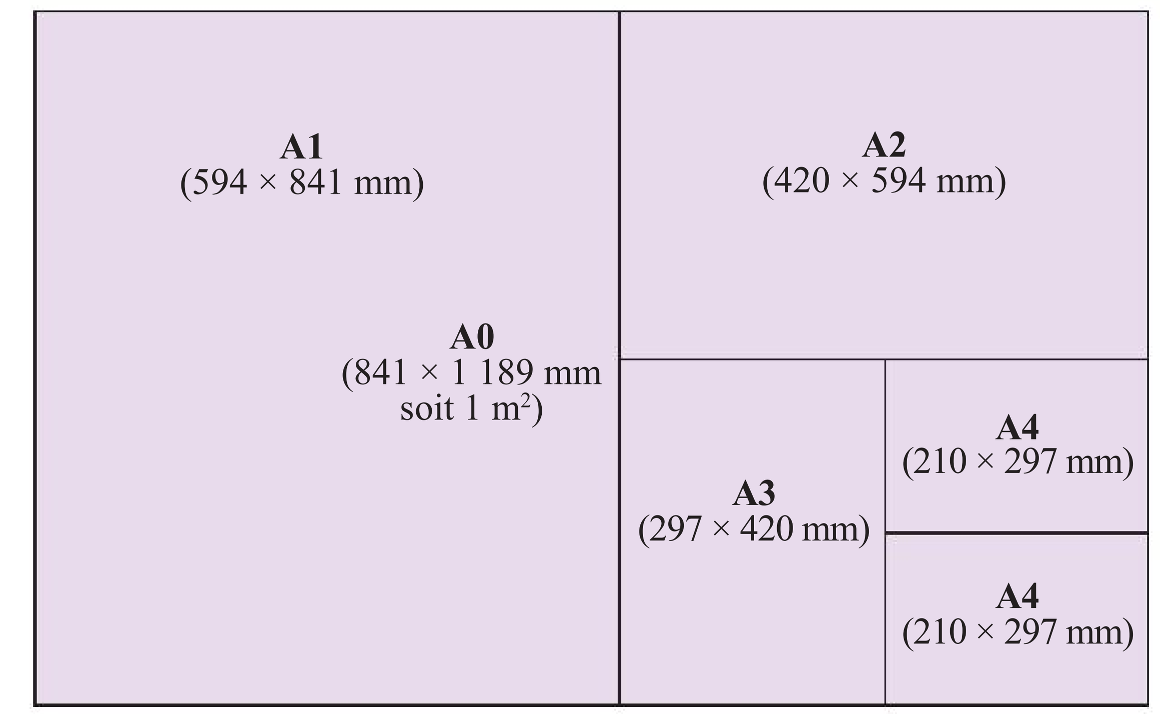


Vue de dessus sur plan de situation



Formats et cartouche

On utilise pour les plans des formats dont les côtés ont un rapport de $\sqrt{2}$, ce qui permet de réduire une grande feuille au format inférieur sans fractions. Un cartouche, placé dans l'angle inférieur droit du plan, renseigne sur le projet, l'échelle, le maître d'ouvrage, l'auteur du projet, etc.



Formats de papier utilisés



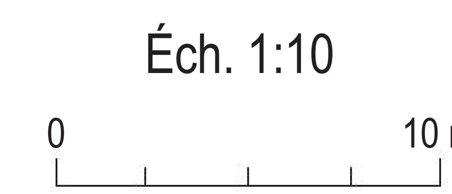
Cartouche

Traits et échelles

Les traits utilisés pour le dessin ont une signification différente selon leur nature et leur épaisseur.

Trait	Signification
Trait continu ép. 1 mm	Limite des surfaces vues en coupe
Trait continu ép. 0,5 mm	Arête et contour visible
Trait continu ép. 0,25 mm	Ligne de cote ou de repère et hachures
Trait interrompu ép. 0,5 mm	Arête et contour caché
Trait mixte ép. 1 mm	Tracé de la ligne de coupe
Trait mixte ép. 0,25 mm	Ligne d'axe
Trait pointillé ép. 0,5 mm	Élément situé au-dessus de la ligne de coupe

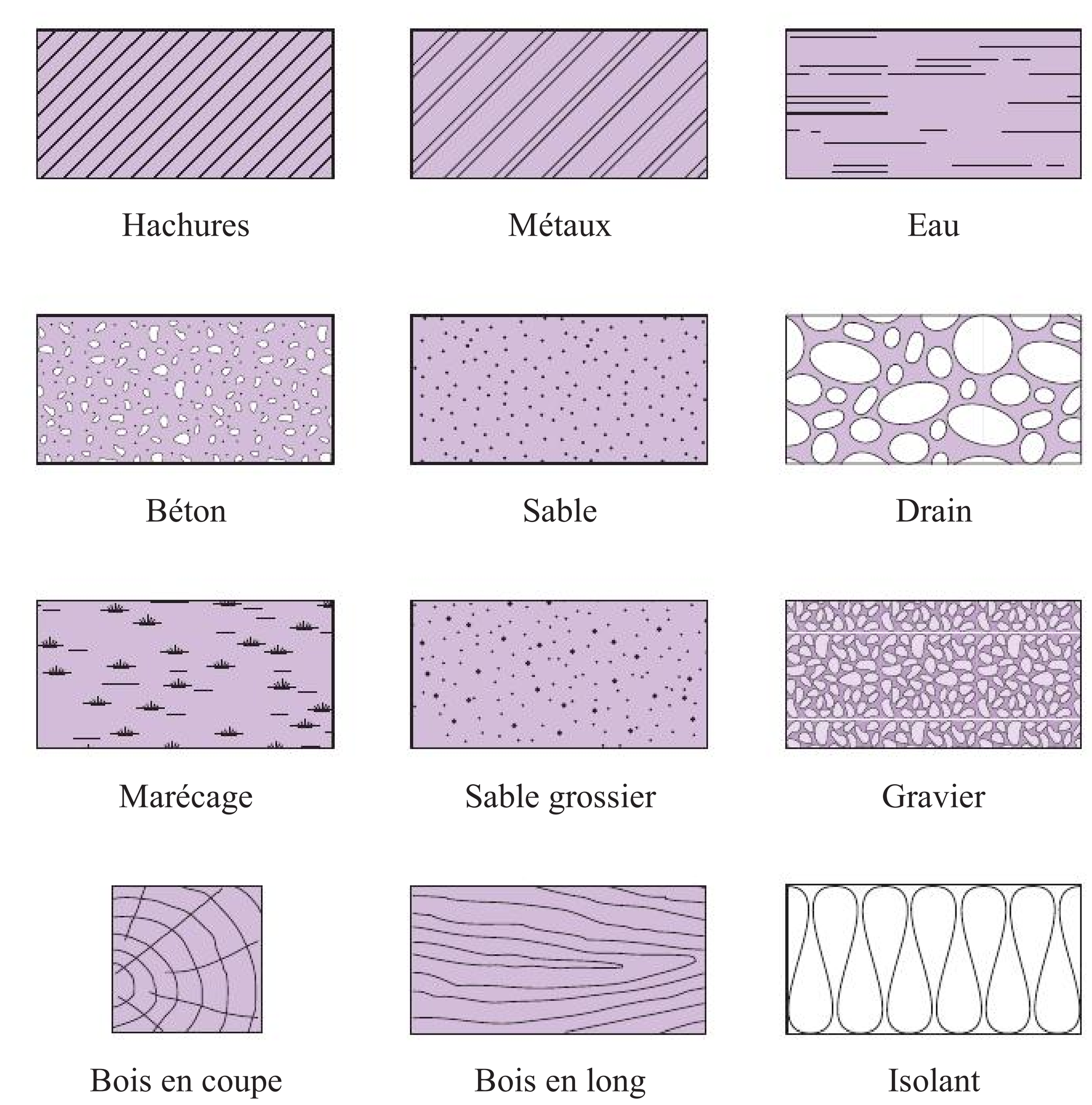
L'échelle indique la proportion entre l'objet réel et sa représentation graphique. Elle doit être indiquée sur le plan :
- grandeur nature (1:1) ;
- agrandissement (x:1) ;
- réduction (1:x).



Exemple d'indication d'échelle

Hachures et motifs

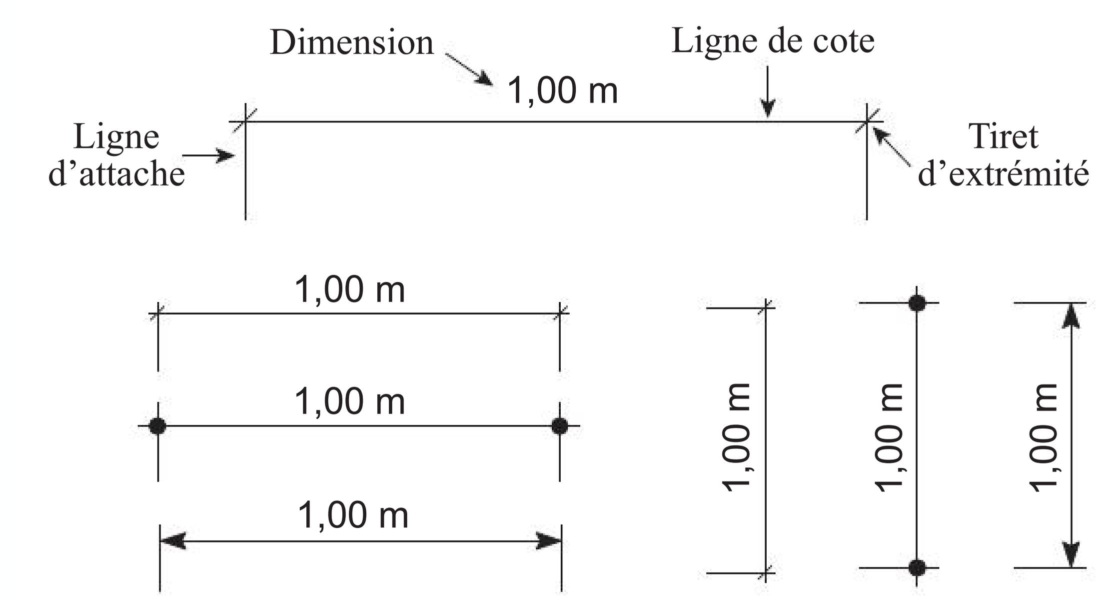
Les hachures et motifs sont normalisés. Ils facilitent les représentations en coupe et la lisibilité des différents éléments de construction sur le dessin.



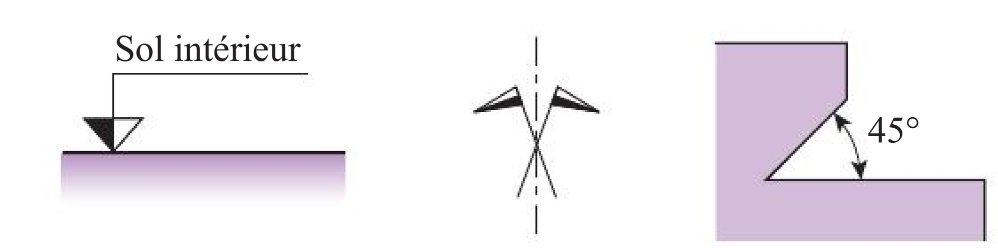
Exemples de hachures et motifs

Cotations et pointages

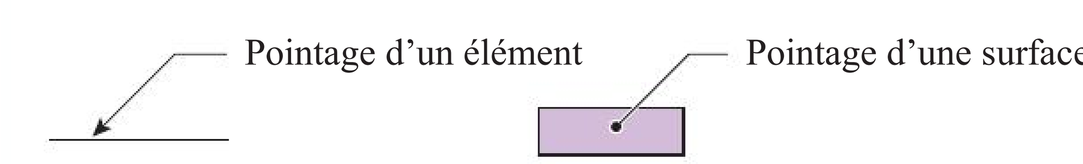
Quelle que soit l'échelle du plan, les cotes importantes sont indiquées à l'aide de chaînes de cotes, de cotes de niveau ou de cotes particulières (angles). Les pointeurs servent au repérage des éléments.



Tirets d'extrémité



Cote de niveau **Symétrie** **Cotation d'angle**



Repères de pointage

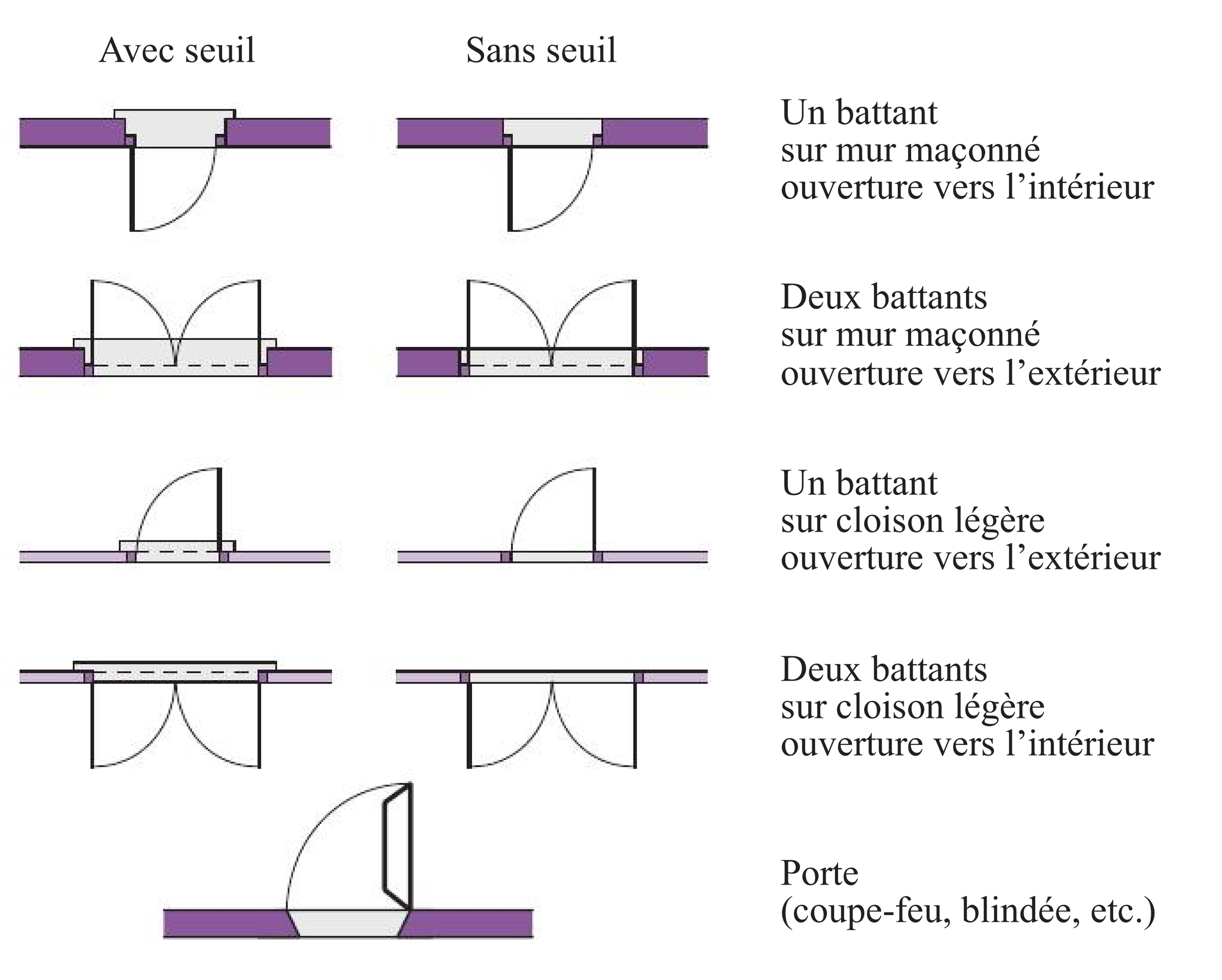
Comment ça marche

Symboles des plans de construction

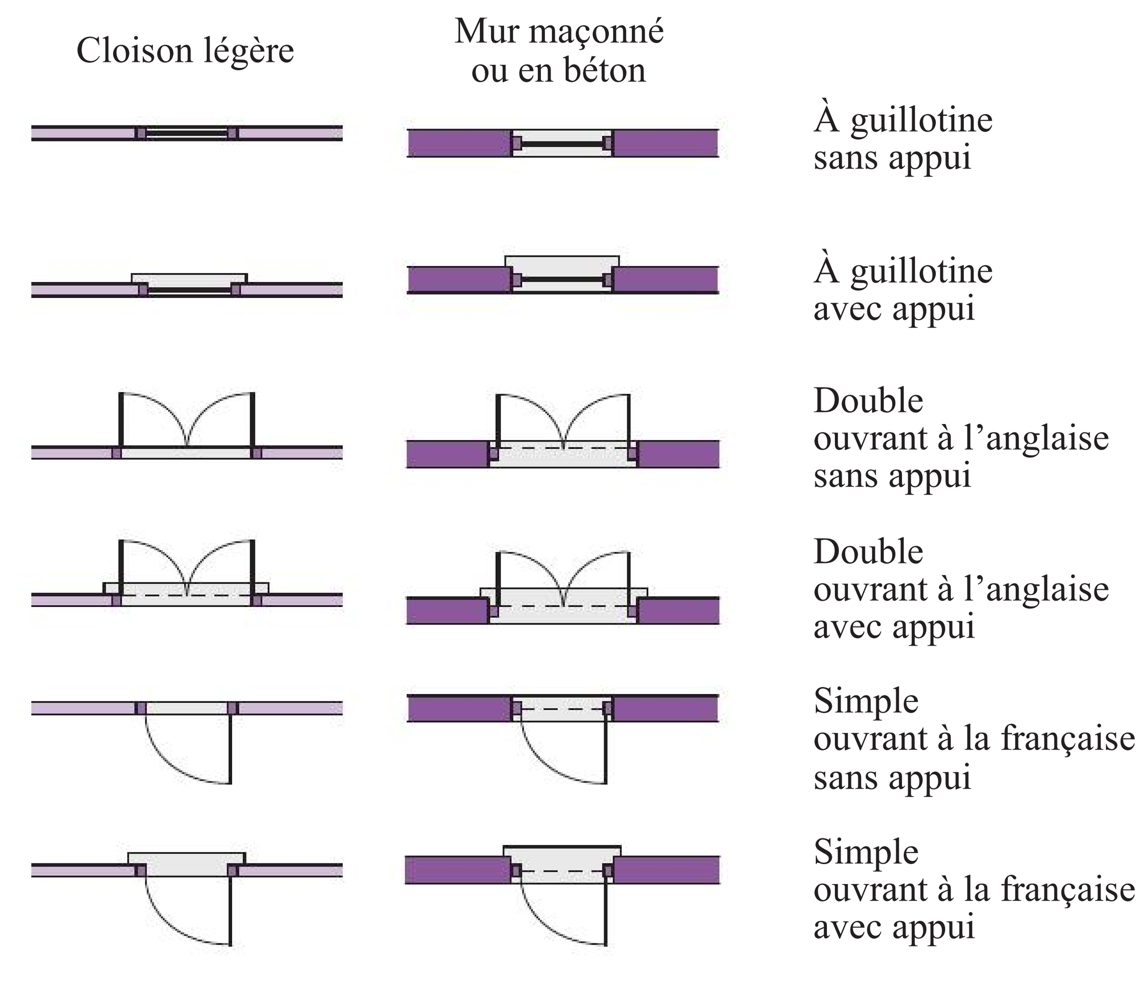
Les plans de construction permettent de visualiser un projet. Les symboles normalisés représentent de manière simple et lisible les différents éléments importants (ouvertures, trémies, portes et fenêtres, escaliers, installation électrique, installation sanitaire, etc.). La compréhension des différents symboles des matériaux et des éléments de construction est fondamentale pour la lecture des plans.

Symboles architecturaux

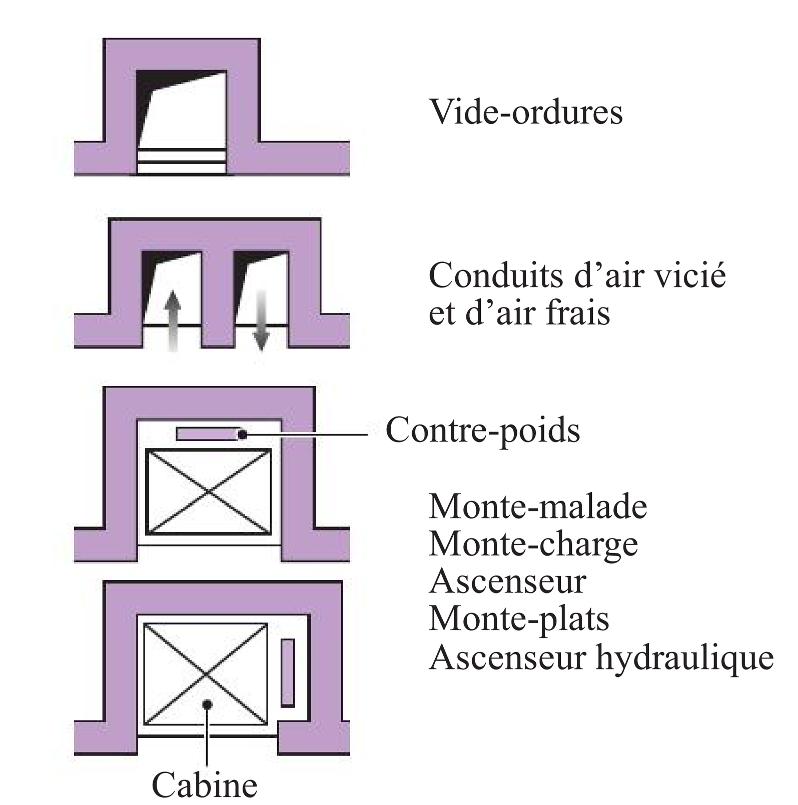
Les différentes ouvertures (portes (a) et fenêtres (b)) sont indiquées par un arc de cercle symbolisant le sens d'ouverture. Une flèche indique le sens de montée ou de descente des escaliers (c). Des symboles normalisés indiquent la position des trémies et des évidements (d), des motifs précisent la nature des murs, des cloisons et des isolants (e).

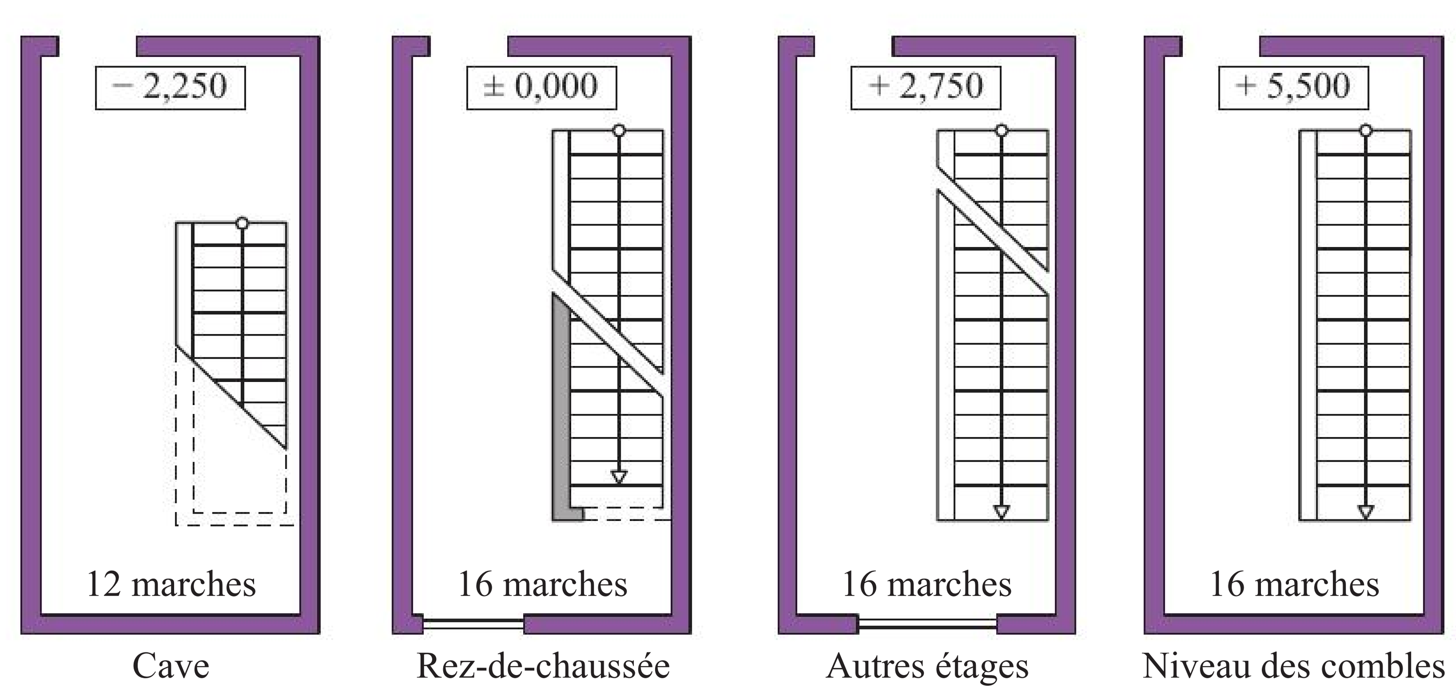


a Portes

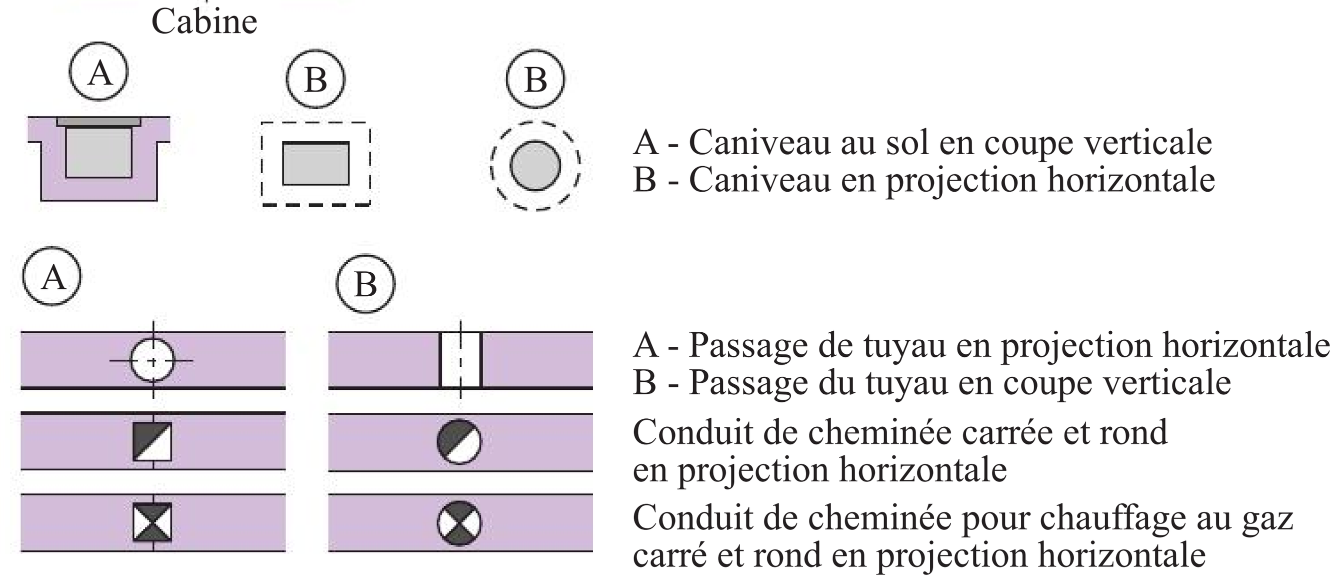


b Fenêtres

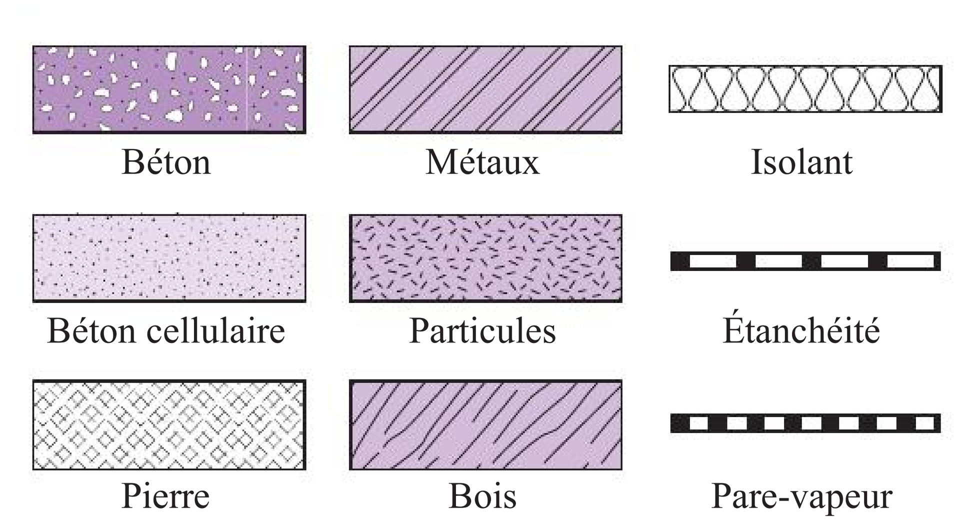




c Escaliers à une volée



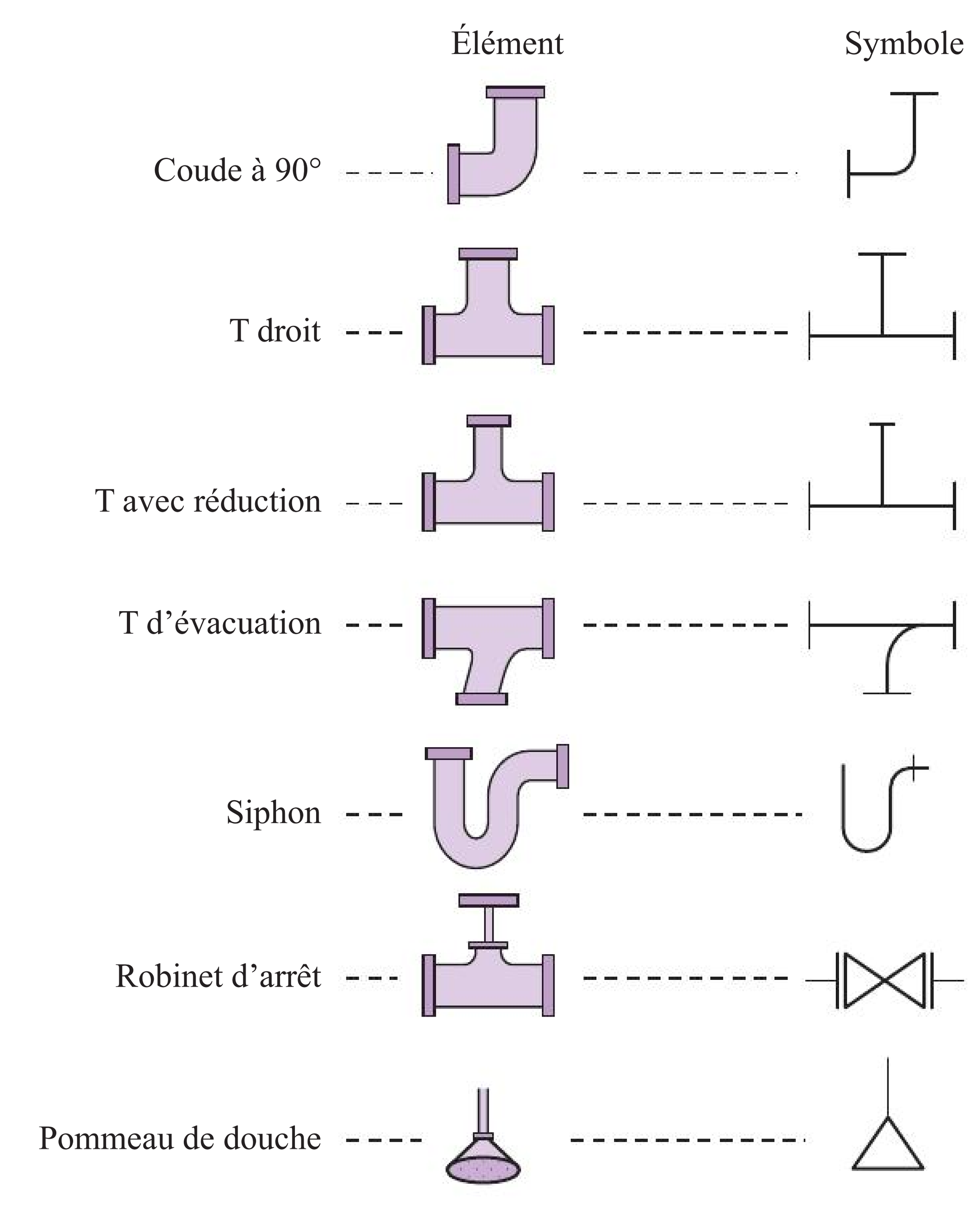
d Trémies et évidements



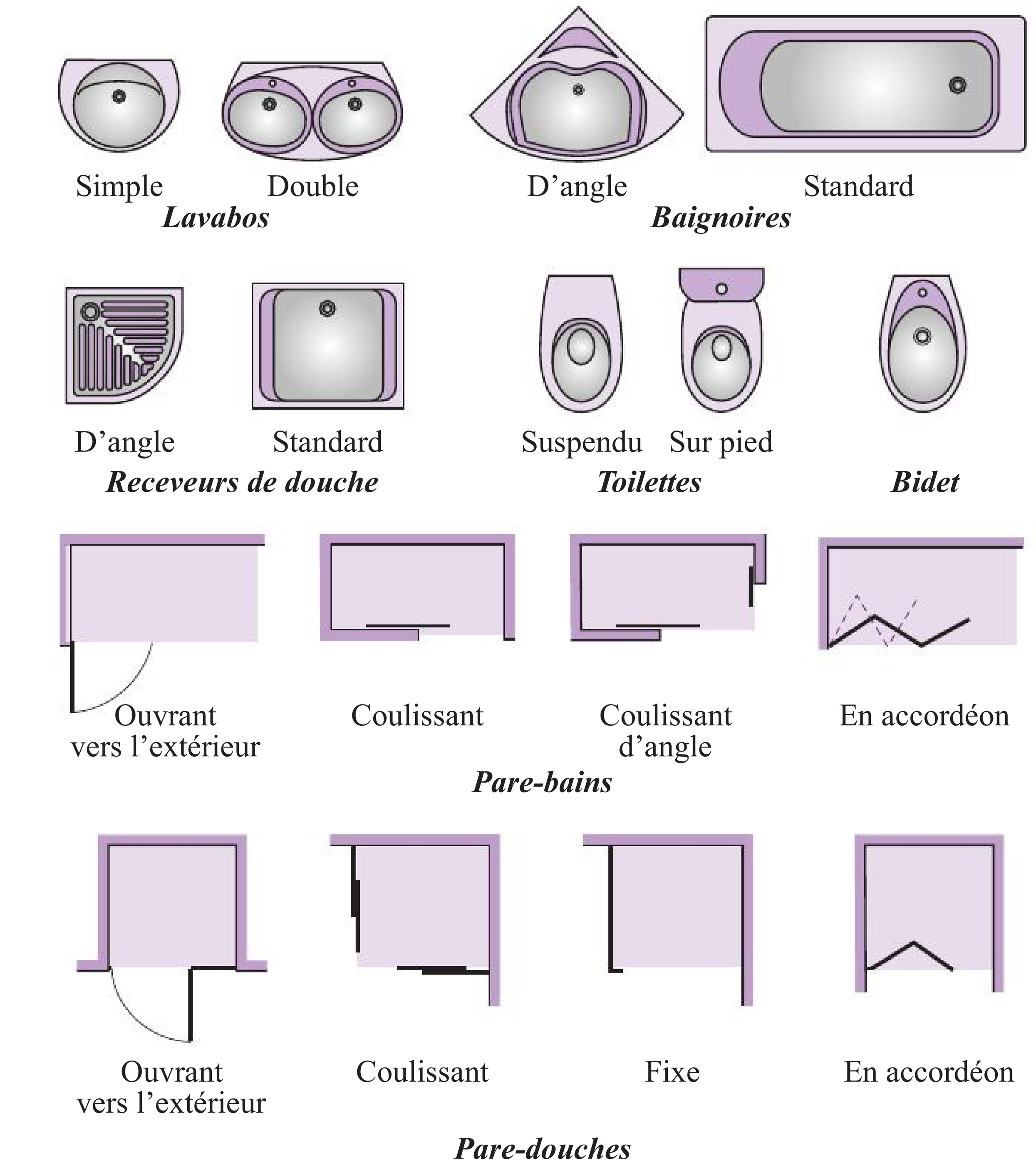
e Matériaux

Symboles pour installations sanitaires

Le plan de raccordement des installations sanitaires permet à l'installateur de mettre en place le réseau de plomberie du bâtiment. Les symboles renseignent sur le type de mobilier et de raccords nécessaires à l'installation.



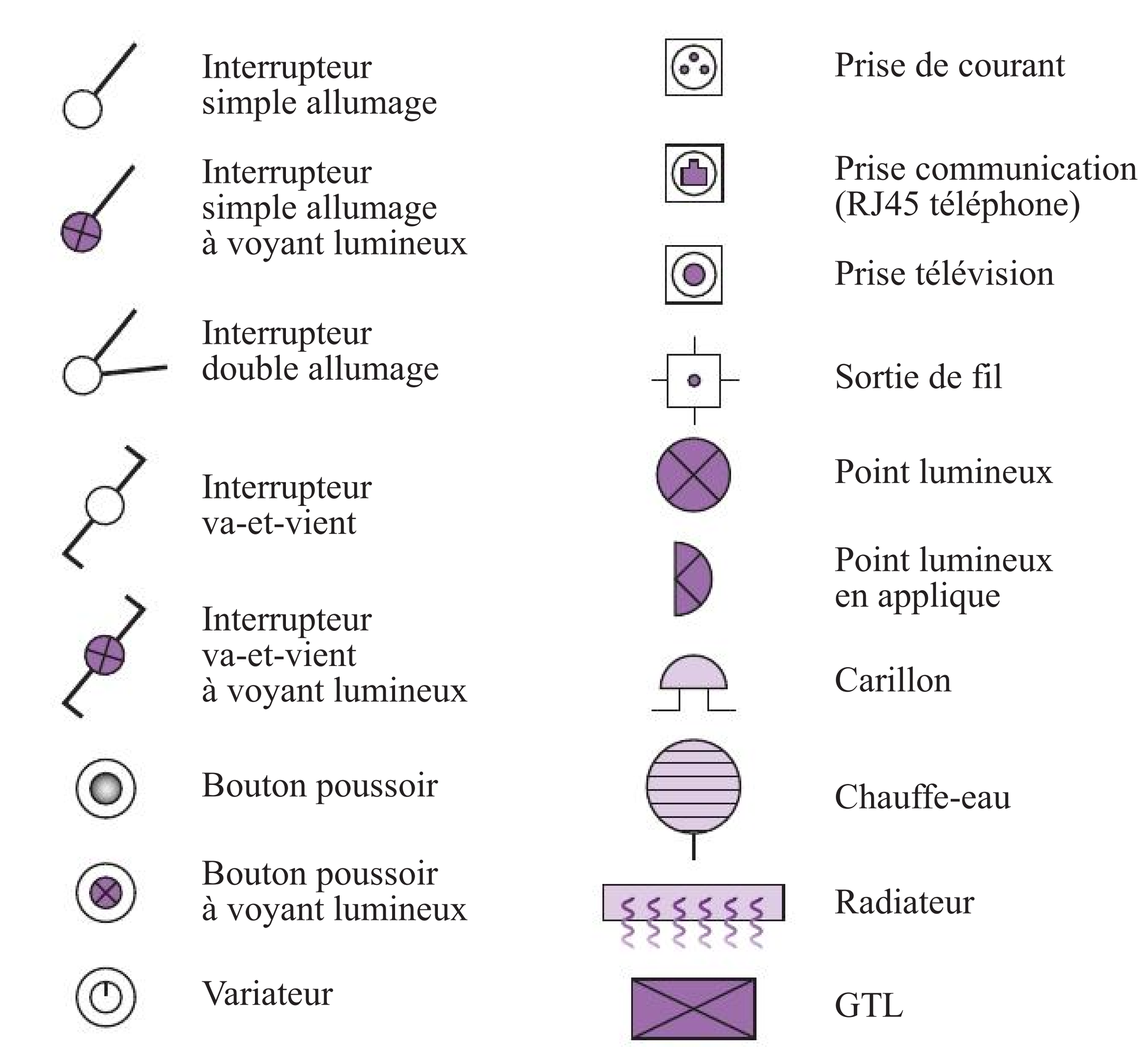
a Raccords de plomberie



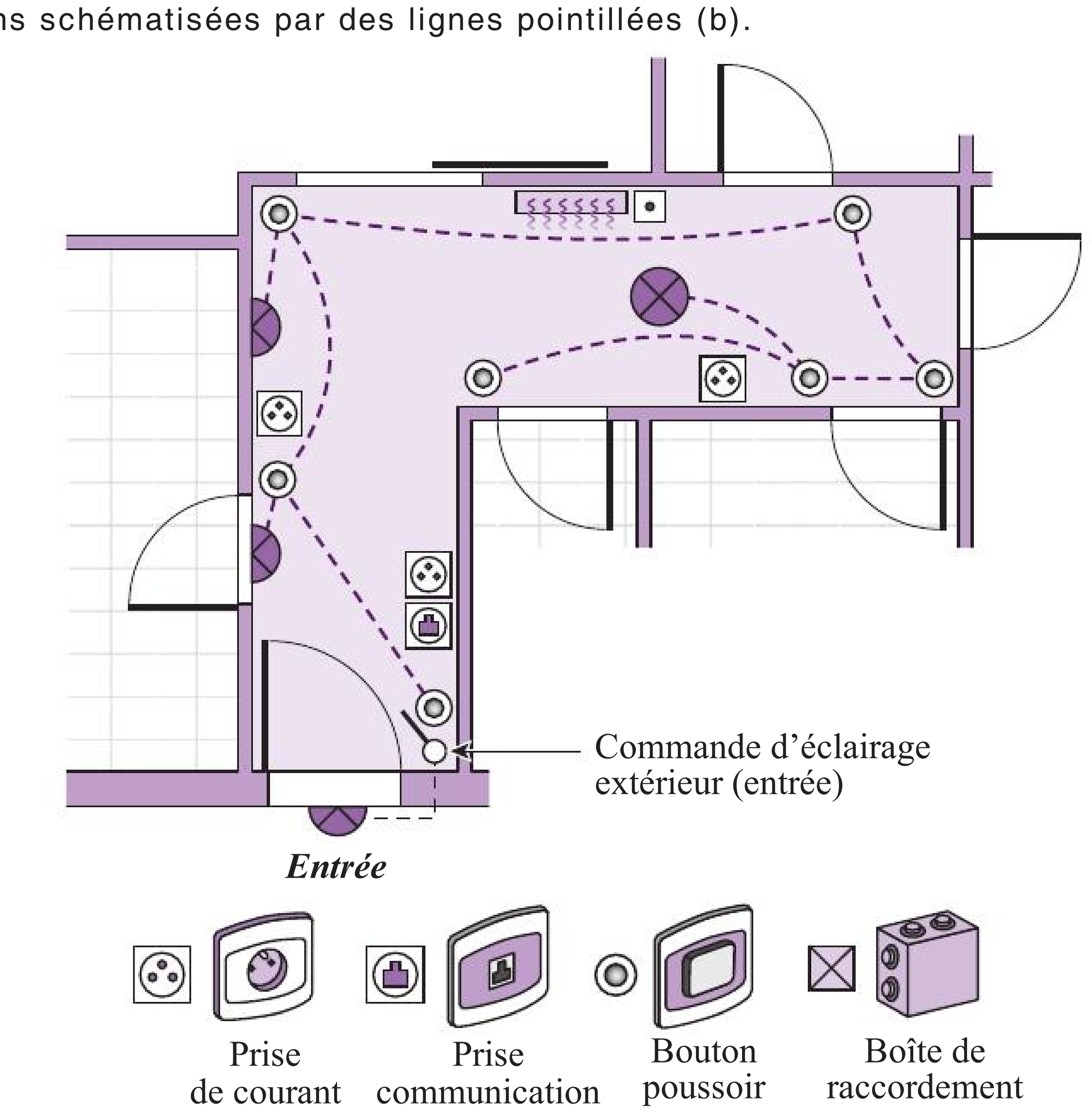
b Mobilier sanitaire

Symboles pour installations électriques

La planification de l'installation électrique d'un bâtiment est réalisée en implantant les divers appareillages et leurs connections sur une copie du plan architectural. Les symboles (a) sont reliés entre eux par des liaisons schématisées par des lignes pointillées (b).



a Symboles



b Liaisons d'éclairage

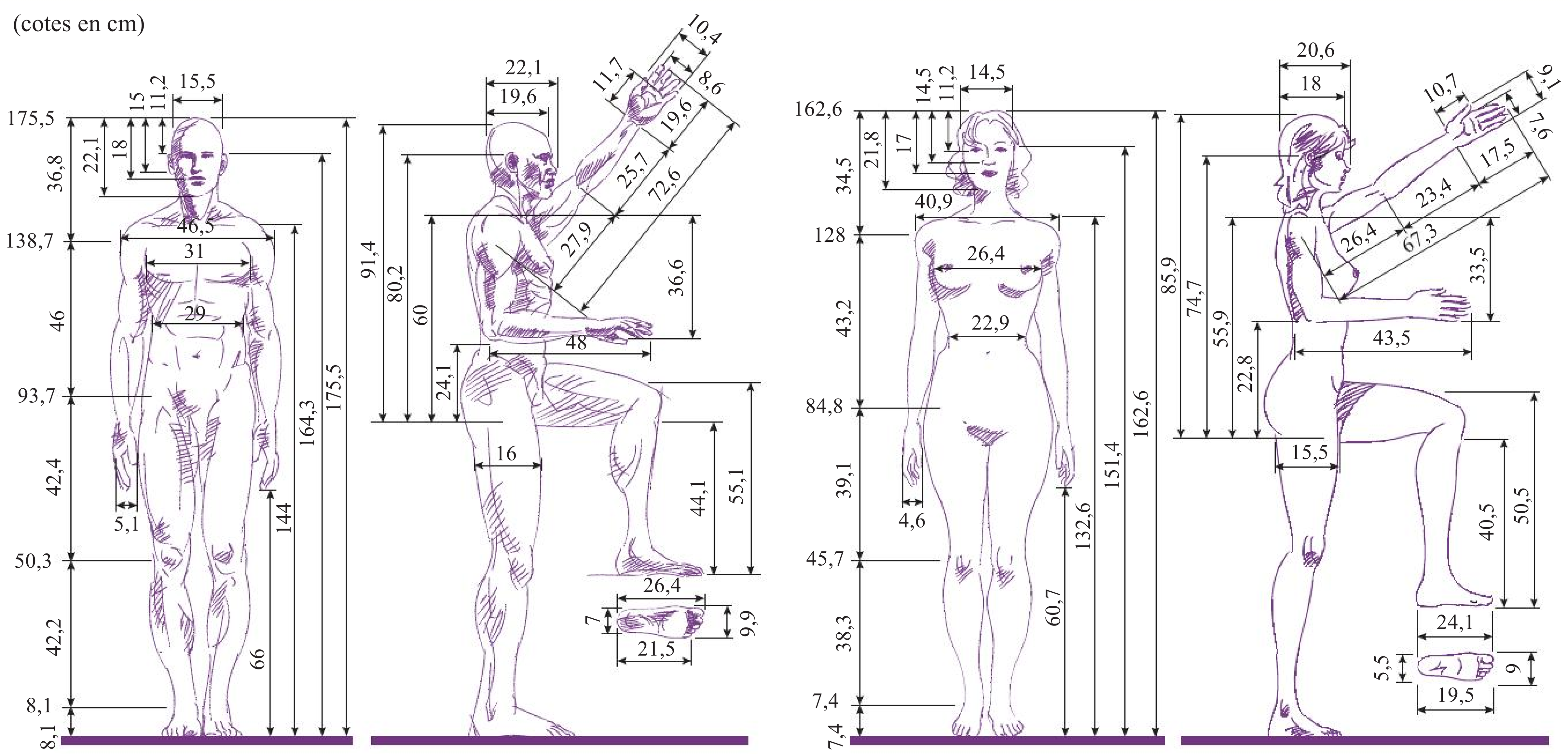
Comment ça marche

Mesures et proportions de l'homme

L'échelle humaine détermine les espaces et sert de base au calcul des volumes. Elle intervient de manière importante dans les projets de construction. La place nécessaire à l'homme dans ses différentes postures doit être prise en compte dans le calcul des ouvertures, des circulations et des zones de vie ; elle contribue à l'harmonie des espaces du bâtiment. Ces mesures permettent notamment de définir les indications nécessaires à l'implantation des poignées et des organes de commande.

Mesures et proportions du corps humain

(cotes en cm)

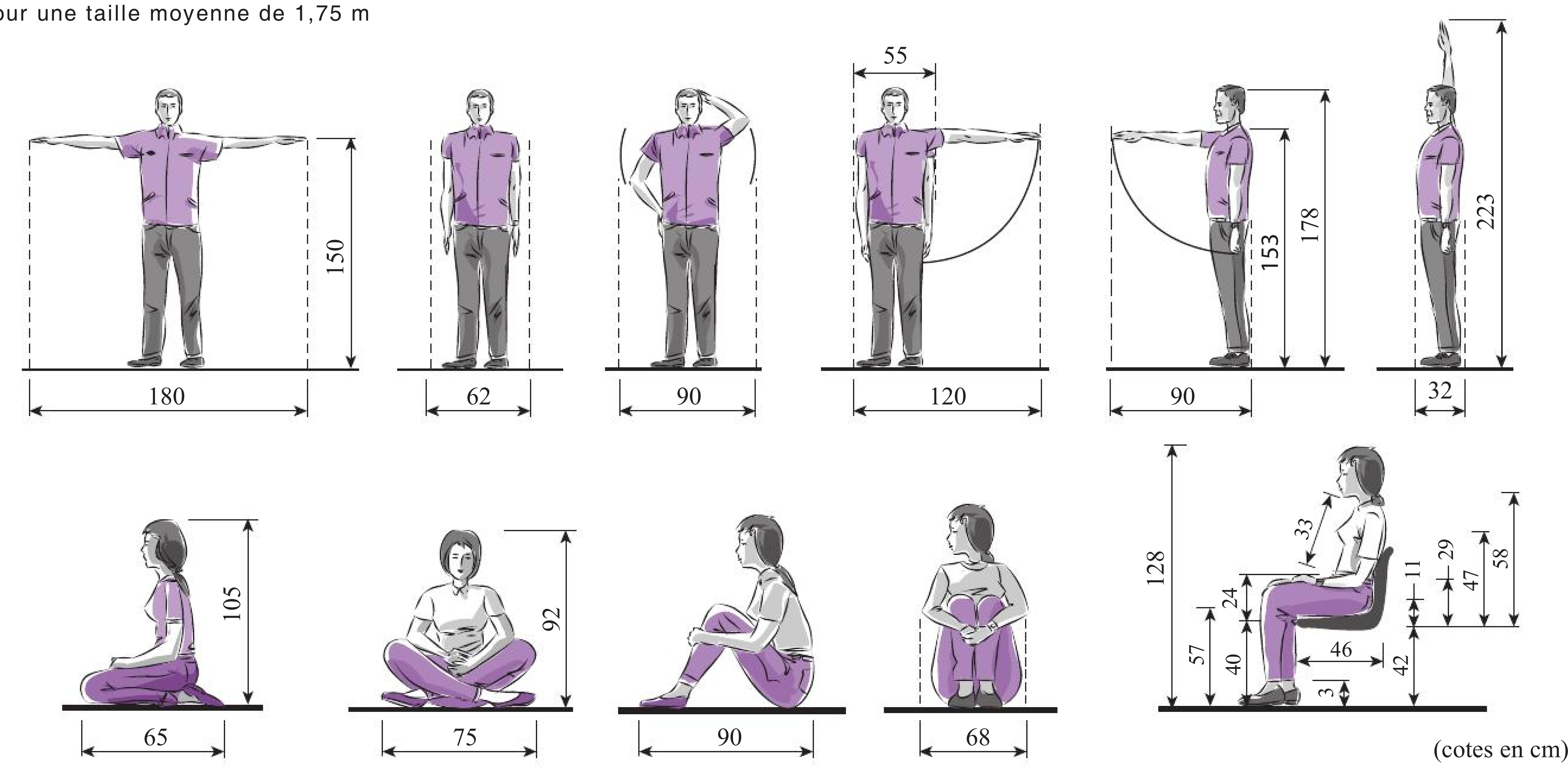


Mesures médianes de l'homme

Mesures médianes de la femme

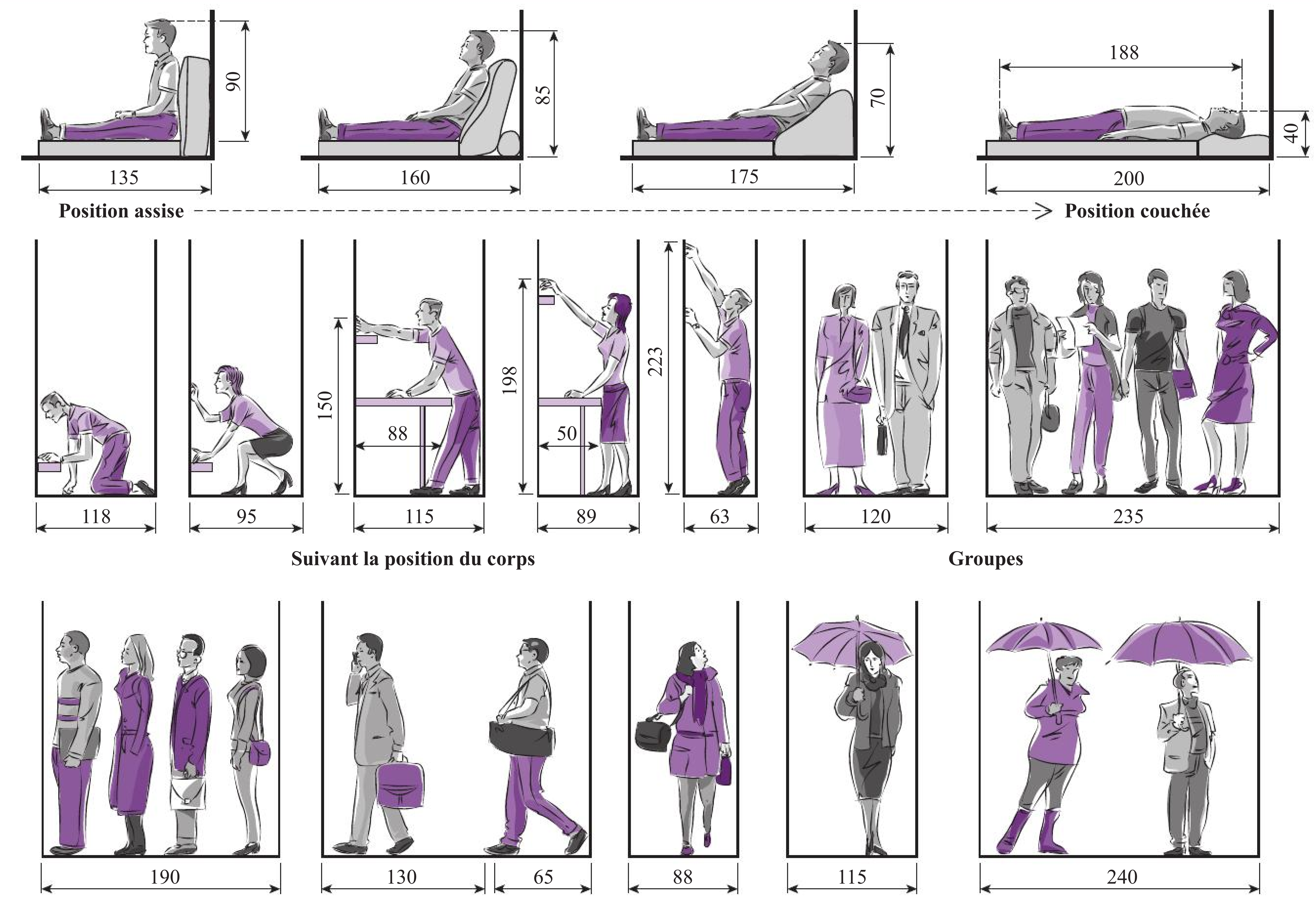
Encombrement selon les postures

Pour une taille moyenne de 1,75 m

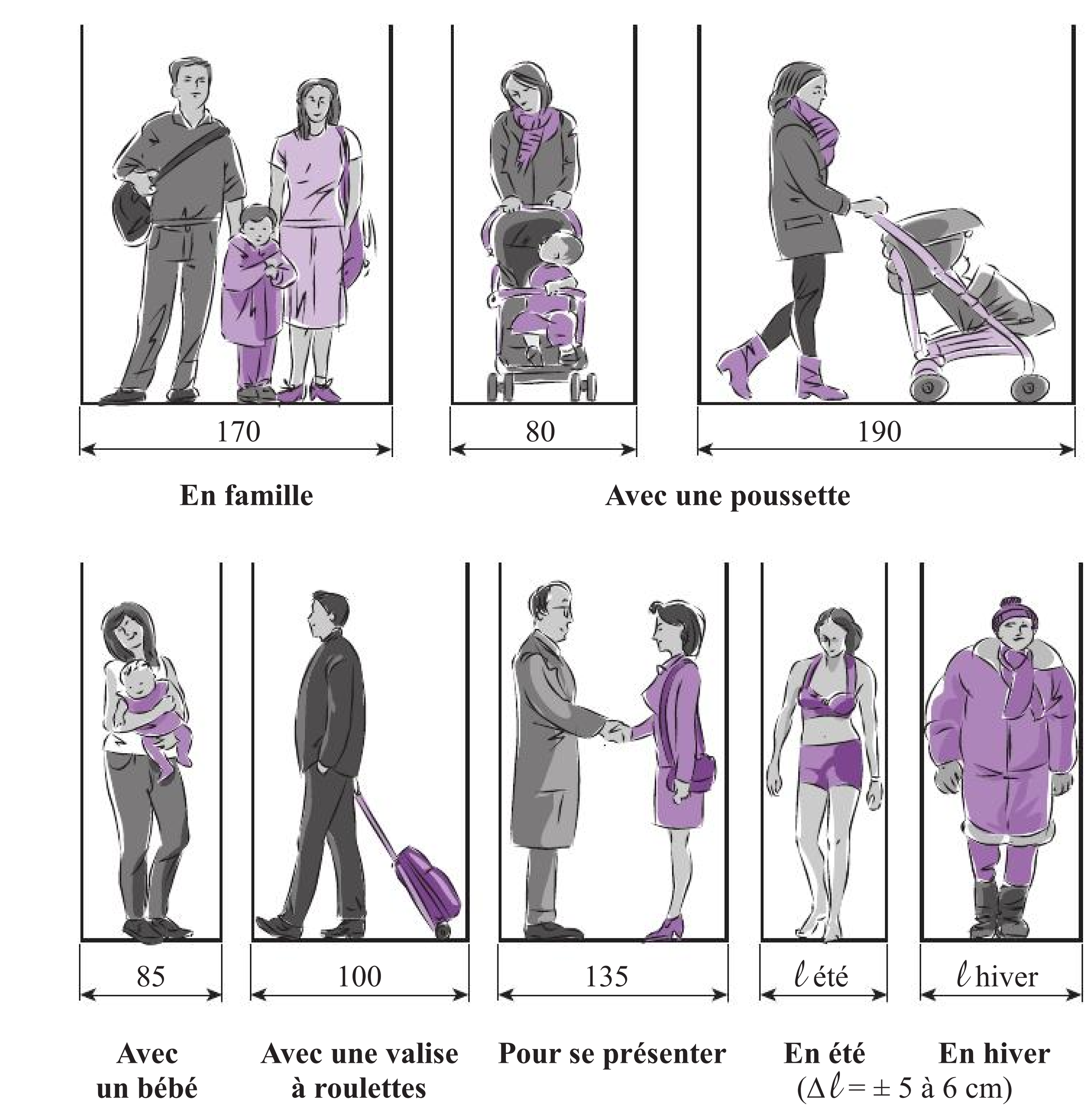


(cotes en cm)

Encombrement selon les postures (suite)



(cotes en cm)



Personnages dans les plans

La présence de personnages dans un plan permet d'évaluer les proportions d'un bâtiment. Leur présence dans les coupes et les perspectives donne vie au dessin et apporte de nombreuses informations : atmosphère des lieux, fonctions, etc.



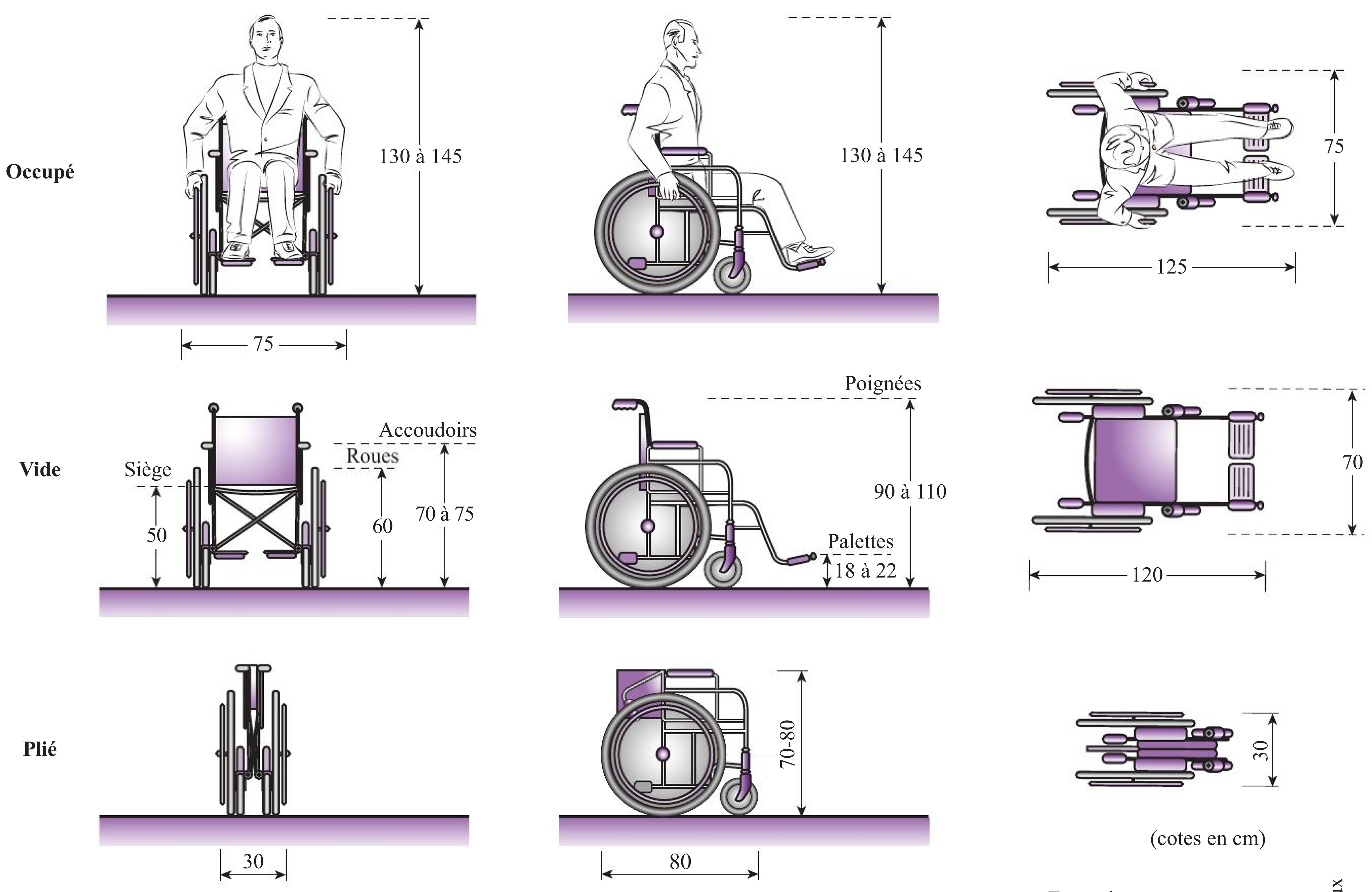
Comment ça marche

Prise en compte de l'accessibilité

Les personnes en situation de handicap rencontrent des difficultés pour se déplacer mais également pour atteindre, toucher ou prendre des objets. Leur difficulté à cheminer doit être prise en compte dans la conception dès la phase de projet : choix de la nature des sols, leurs dimensions, leurs pentes et les obstacles à éviter. Il faut considérer leurs difficultés à atteindre, saisir ou actionner les systèmes de commande pour leur positionnement, leur forme et leurs dimensions.

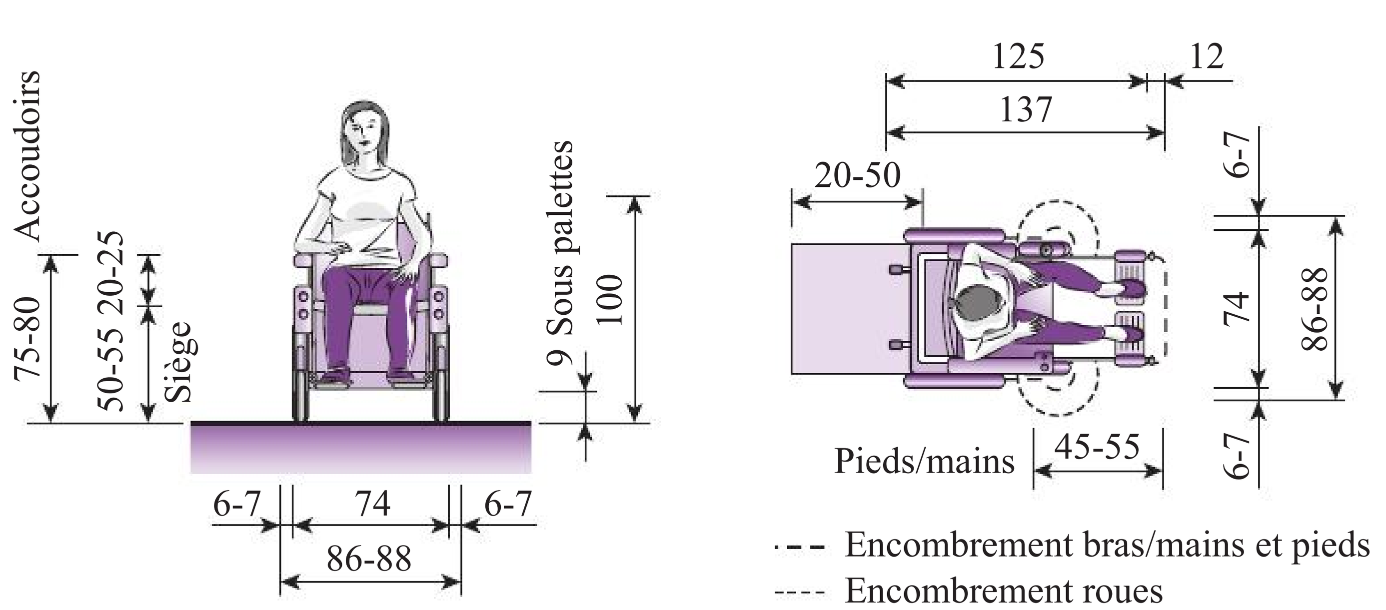
Mesures et encombrement d'une personne en fauteuil roulant

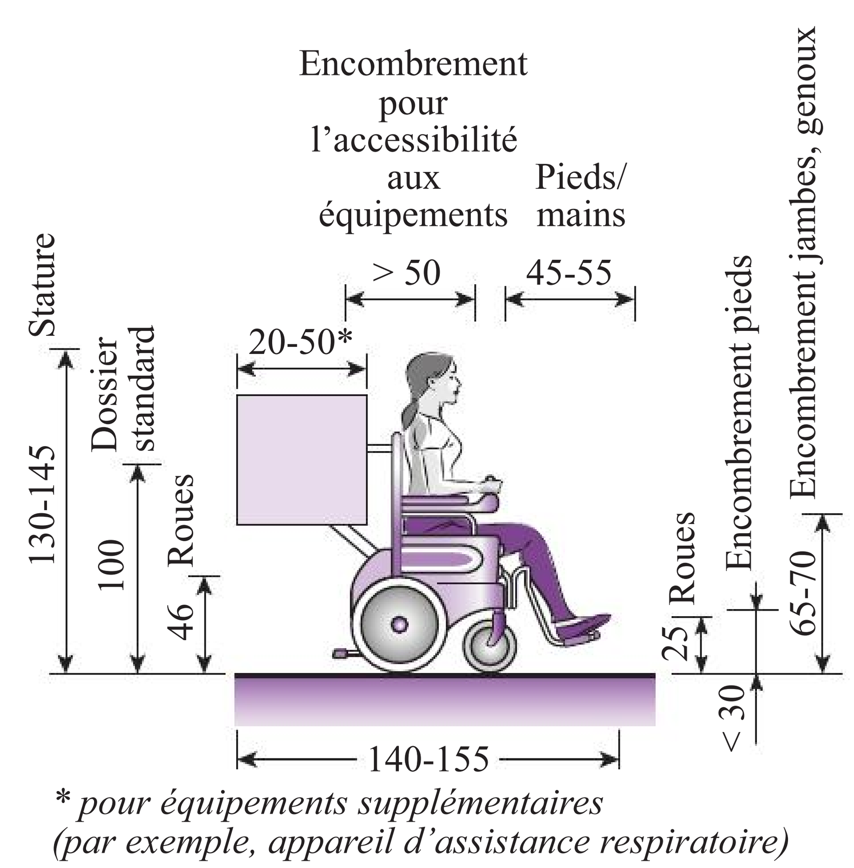
Une personne en fauteuil roulant représente la situation de handicap la plus pénalisante.
Sa prise en compte est la base de la conception d'une mise en accessibilité.



(cotes en cm)

Le fauteuil roulant électrique est utilisé par les personnes dont le handicap ne permet pas d'utiliser les bras ou la force musculaire.
Son encombrement est supérieur à celui d'un fauteuil à propulsion manuelle.

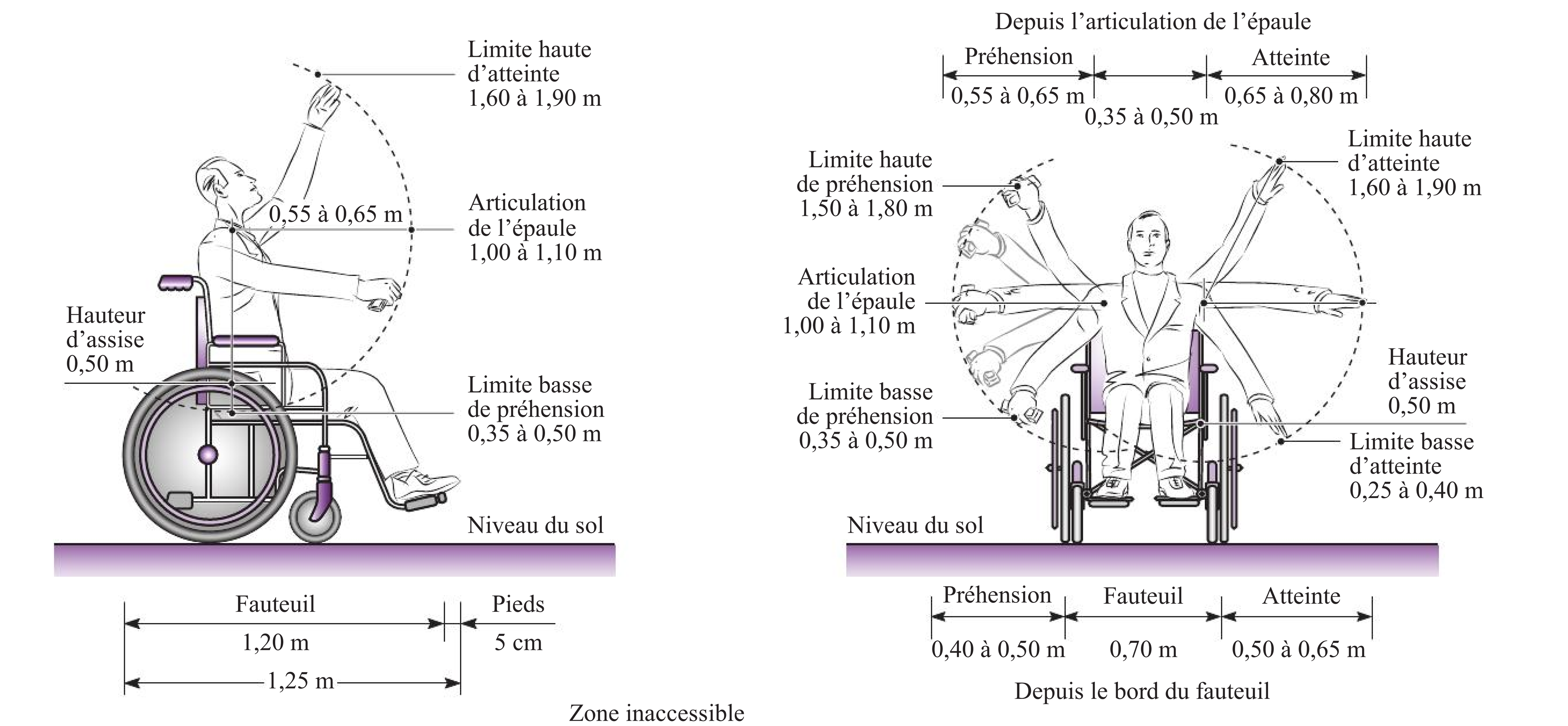


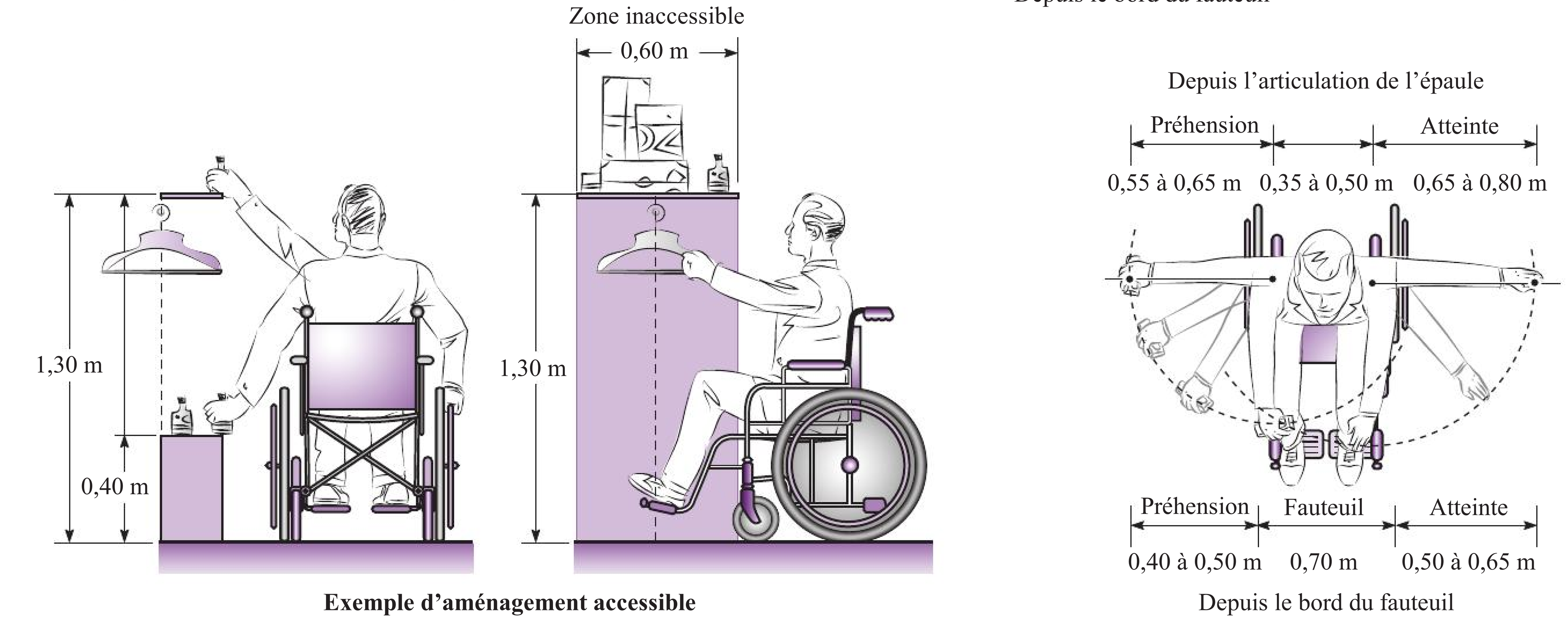


** pour équipements supplémentaires (par exemple, appareil d'assistance respiratoire)*

(cotes en cm)

Zones de préhension d'une personne en fauteuil roulant

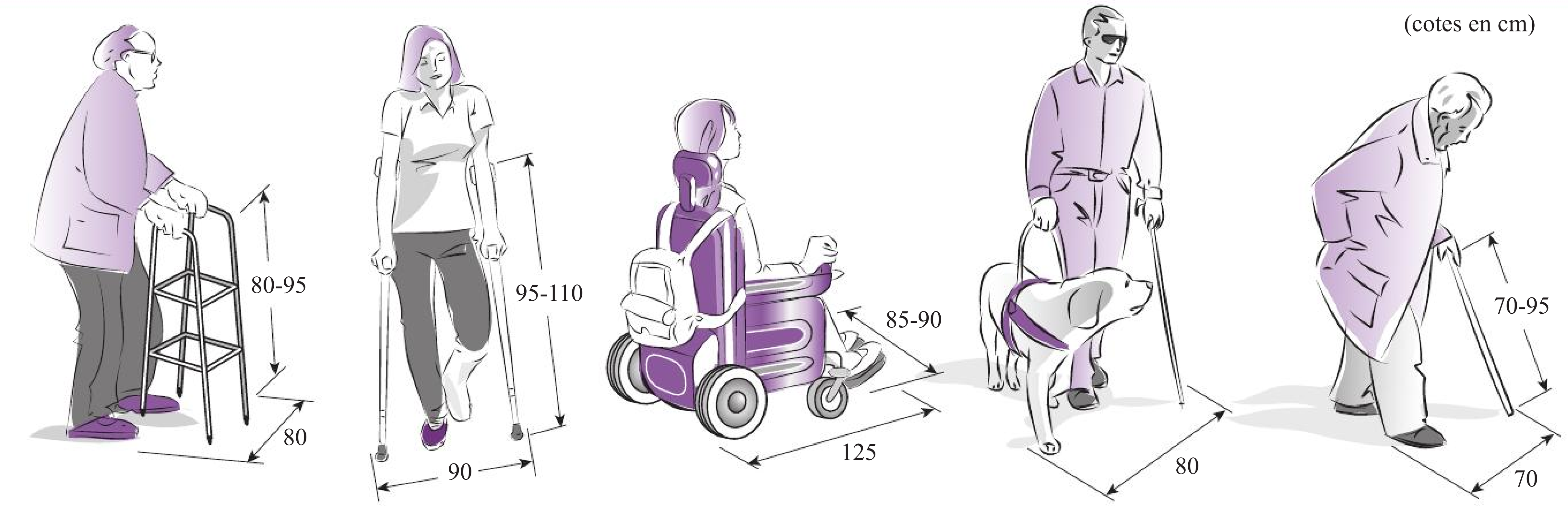




Exemple d'aménagement accessible

Autres situations de handicap

(cotes en cm)



Déambulateur — **Cannes anglaises** — **Enfant en fauteuil électrique** — **Avec chien-guide d'aveugle** — **Avec une canne de marche**

Comment ça marche

Démolition et déconstruction

Dans un projet de construction, il est parfois nécessaire de démolir certaines structures existantes (garages, dépendances ou bâtiment ancien). Un permis de démolir est exigé pour toute démolition ou déconstruction totale ou partielle, qu'elle soit suivie d'une construction ou non. Il est recommandé de trier les déchets qui doivent être évacués vers des sites spécialisés. Les matériaux toxiques doivent être extraits par des professionnels équipés de protections appropriées.

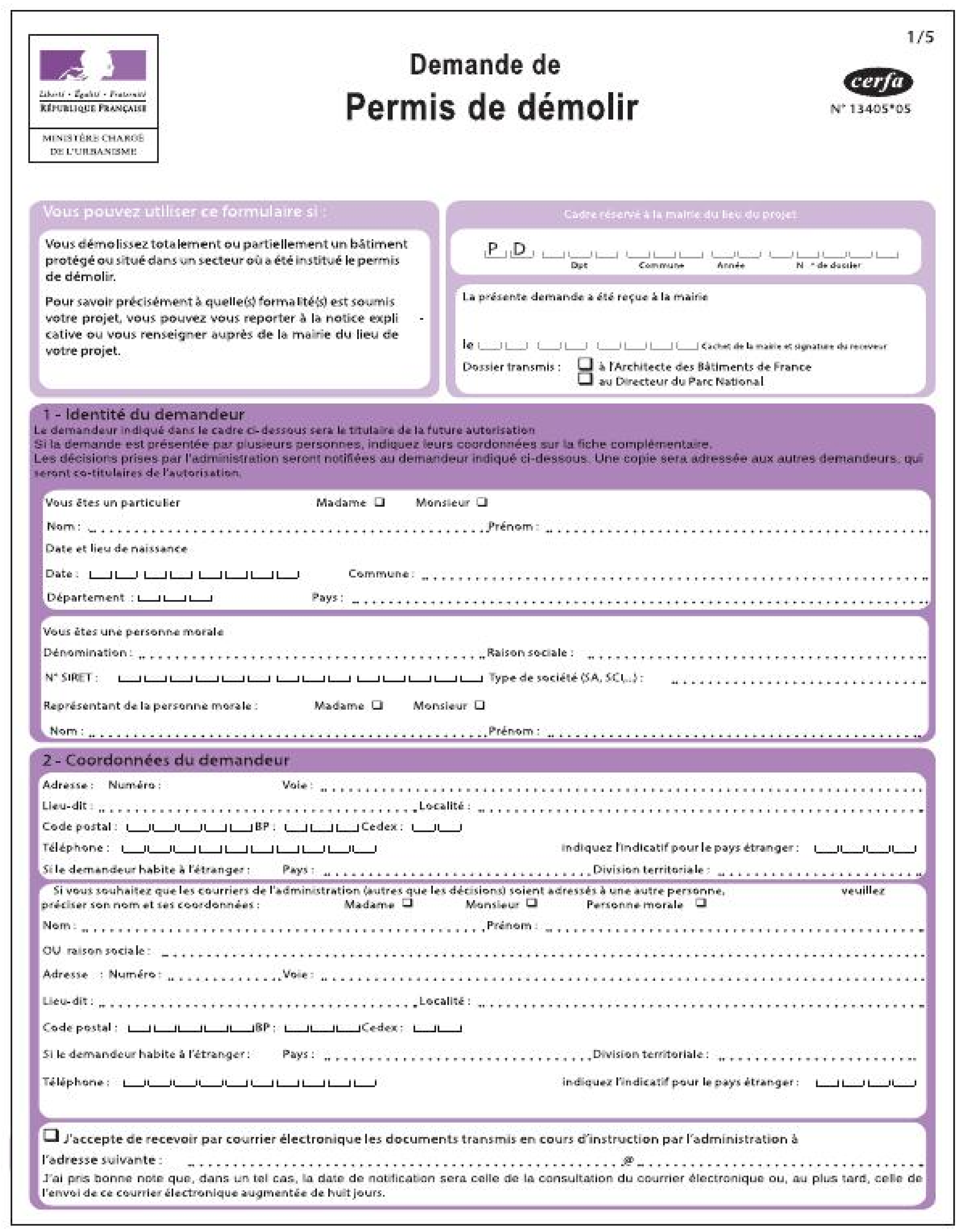
Permis et formalités

Dans le cas d'une démolition seule (a), la demande de permis de démolir doit être effectuée au moyen d'un formulaire (b), téléchargeable sur le site www.service-public.fr et complété des éléments suivants :
- un plan de situation du terrain ;
- un plan de masse ;
- une photographie du ou des bâtiments à démolir.

Si la démolition est réalisée dans le cadre d'un projet de construction ou d'aménagement, la demande de permis de démolir est intégrée dans la demande de permis de construire. Le délai d'instruction est généralement de 2 mois à compter de la date du dépôt du dossier s'il est complet. Un extrait de la demande du permis de démolir doit faire l'objet d'un affichage en mairie dans les 8 jours qui suivent son dépôt et rester affiché tout le temps de l'instruction, c'est-à-dire pendant 2 mois. Pendant toute la durée du chantier de démolition, un panneau visible de la voie publique décrivant le projet et précisant les références de l'autorisation de démolir, ainsi qu'un panneau prévenant du danger, doivent être installés sur le terrain.



a **Chantier de démolition**



Liberté · Égalité · Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE CHARGÉ DE L'URBANISME

1/5

Demande de
Permis de démolir

cerfa
N° 13405*05

Vous pouvez utiliser ce formulaire si :

Vous démolissez totalement ou partiellement un bâtiment protégé ou situé dans un secteur où a été institué le permis de démolir.

Pour savoir précisément à quelle(s) formalité(s) est soumis votre projet, vous pouvez vous reporter à la notice explicative ou vous renseigner auprès de la mairie du lieu de votre projet.

Cadre réservé à la mairie du lieu du projet

P D ___ ___ ___ ___ (Dpt, Commune, Année, N° de dossier)

La présente demande a été reçue à la mairie

le ___ Cachet de la mairie et signature du receveur

Dossier transmis : ☐ à l'Architecte des Bâtiments de France ☐ au Directeur du Parc National

1 - Identité du demandeur

Le demandeur indiqué dans le cadre ci-dessous sera le titulaire de la future autorisation
Si la demande est présentée par plusieurs personnes, indiquez leurs coordonnées sur la fiche complémentaire.
Les décisions prises par l'administration seront notifiées au demandeur indiqué ci-dessous. Une copie sera adressée aux autres demandeurs, qui seront co-titulaires de l'autorisation.

Vous êtes un particulier Madame ☐ Monsieur ☐
Nom : ... Prénom : ...
Date et lieu de naissance
Date : ___ Commune : ...
Département : ___ Pays : ...

Vous êtes une personne morale
Dénomination : ... Raison sociale : ...
N° SIRET : ___ Type de société (SA, SCI,...) : ...
Représentant de la personne morale : Madame ☐ Monsieur ☐
Nom : ... Prénom : ...

2 - Coordonnées du demandeur

Adresse : Numéro : Voie : ...
Lieu-dit : ... Localité : ...
Code postal : ___ BP : ___ Cedex : ___
Téléphone : ___ indiquez l'indicatif pour le pays étranger : ___
Si le demandeur habite à l'étranger : Pays : ... Division territoriale : ...

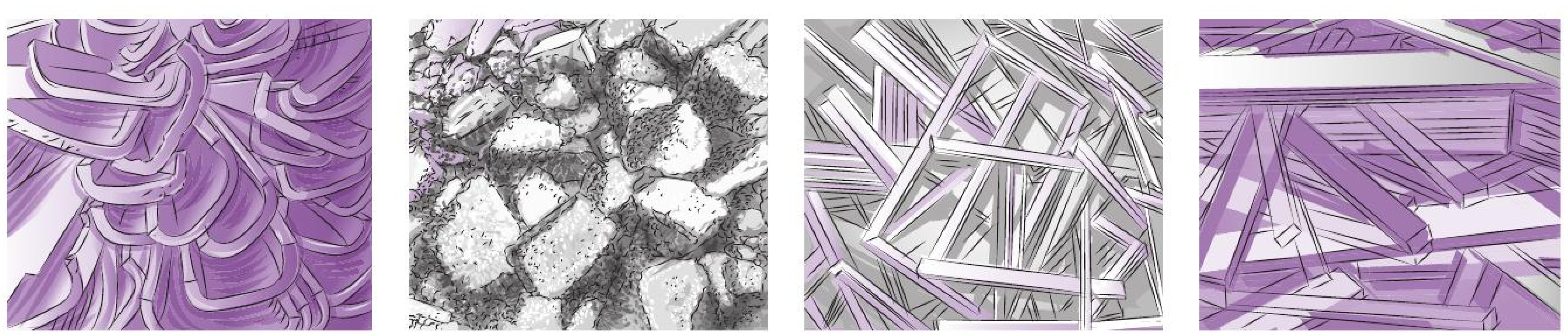
Si vous souhaitez que les courriers de l'administration (autres que les décisions) soient adressés à une autre personne, veuillez préciser son nom et ses coordonnées : Madame ☐ Monsieur ☐ Personne morale ☐
Nom : ... Prénom : ...
OU raison sociale : ...
Adresse : Numéro : ... Voie : ...
Lieu-dit : ... Localité : ...
Code postal : ___ BP : ___ Cedex : ___
Si le demandeur habite à l'étranger : Pays : ... Division territoriale : ...
Téléphone : ___ indiquez l'indicatif pour le pays étranger : ___

☐ J'accepte de recevoir par courrier électronique les documents transmis en cours d'instruction par l'administration à l'adresse suivante : ... @ ...
J'ai pris bonne note que, dans un tel cas, la date de notification sera celle de la consultation du courrier électronique ou, au plus tard, celle de l'envoi de ce courrier électronique augmentée de huit jours.

b **Demande de permis de démolir** (cerfa n° 13405*05)

Tri des déchets

La démolition est à l'origine d'un nombre important de déchets répartis en plusieurs catégories selon leur dangerosité : les déchets inertes (gravats, tuiles, carrelage, etc.), industriels banals (PVC, plâtre, métaux, etc.) et industriels spéciaux (plomb, amiante, etc.). Ils doivent être triés sur site au fur et à mesure de la démolition et stockés par catégories avant leur enlèvement. Les déchets de bois traité contiennent des polluants : ils sont donc classés dans la catégorie des déchets dangereux. Ils ne doivent être ni abandonnés ni brûlés à l'air libre. Ils doivent être collectés et éliminés de manière à éviter tout effet nocif sur la santé de l'homme et l'environnement.



Tuiles *Gravats* *Plastique* *Bois*

Tri des déchets

Enlèvement des déchets

Les déchets doivent être évacués vers des sites d'élimination ou de recyclage. Plusieurs moyens d'évacuation sont possibles :
- le chargement direct sur camion-benne (a) ;
- la goulotte (pour les démolitions en hauteur) qui s'utilise avec un camion-benne ou une benne à gravats (b) ;
- la benne à gravats (c) déposée sur le chantier si le volume à évacuer est important. Elle se charge au moyen d'une brouette et de pelles en utilisant une rampe. Si la benne doit être déposée sur la voie publique (trottoir, place de stationnement, etc.), une demande d'autorisation doit être adressée en mairie ;
- les sacs à gravats (en plastique épais, toile ventilée ou conductible, polypropylène) utilisés pour une faible quantité de gravats (d).



b **Goulotte à gravats**



c **Benne déposée sur le site**



d **Chargement en sacs**



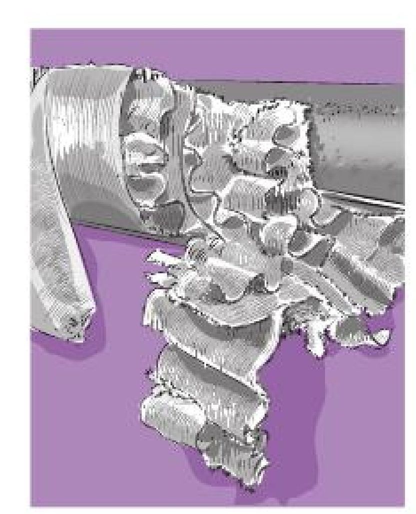
a **Chargement sur camion benne**

Matériaux toxiques

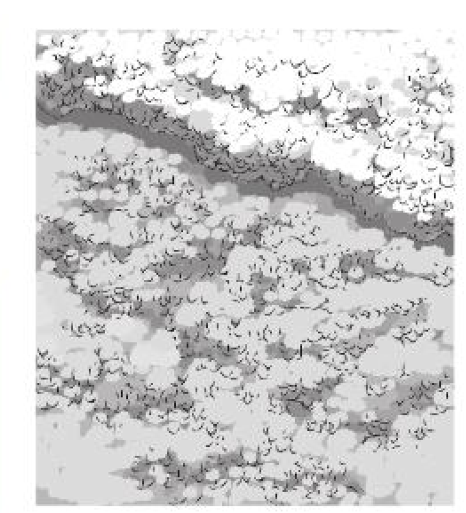
Si des matériaux toxiques, du plomb ou de l'amiante (a) par exemple, ont été détectés dans le bâtiment à démolir, il faut s'assurer de leur extraction par des professionnels préalablement à toute intervention. Des équipements de protection individuelle (EPI) (b), tels qu'une combinaison étanche aux particules et un appareil de protection respiratoire, permettent de limiter au maximum la contamination d'un ouvrier susceptible d'être exposé à l'amiante, et notamment à l'inhalation de fibres.



Plaques ondulées de couverture



Calorifuge

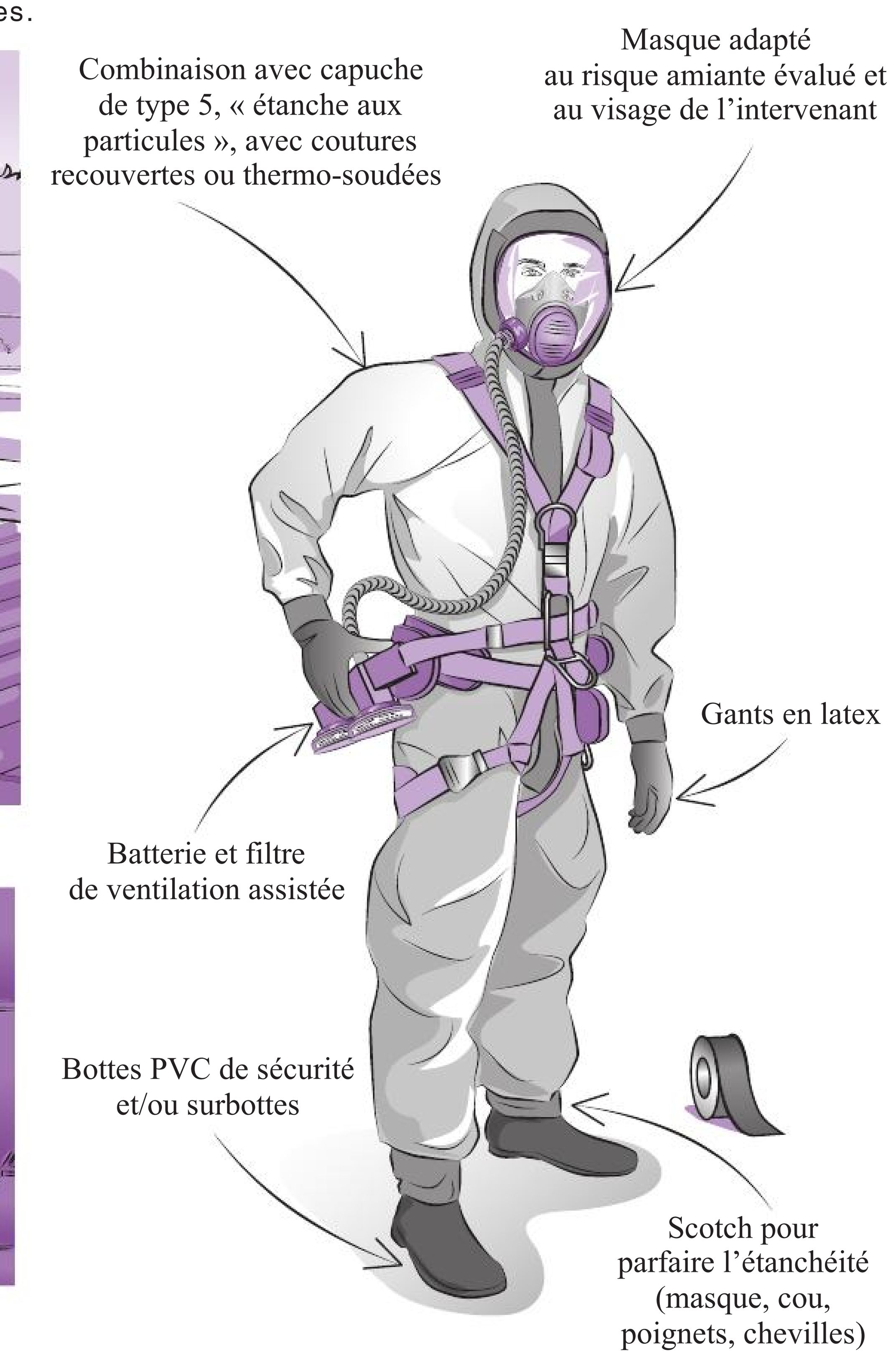


Flocage



Faux plafond

a **Exemples de matériaux et produits contenant de l'amiante**



b **Équipement de protection individuelle**

Comment ça marche

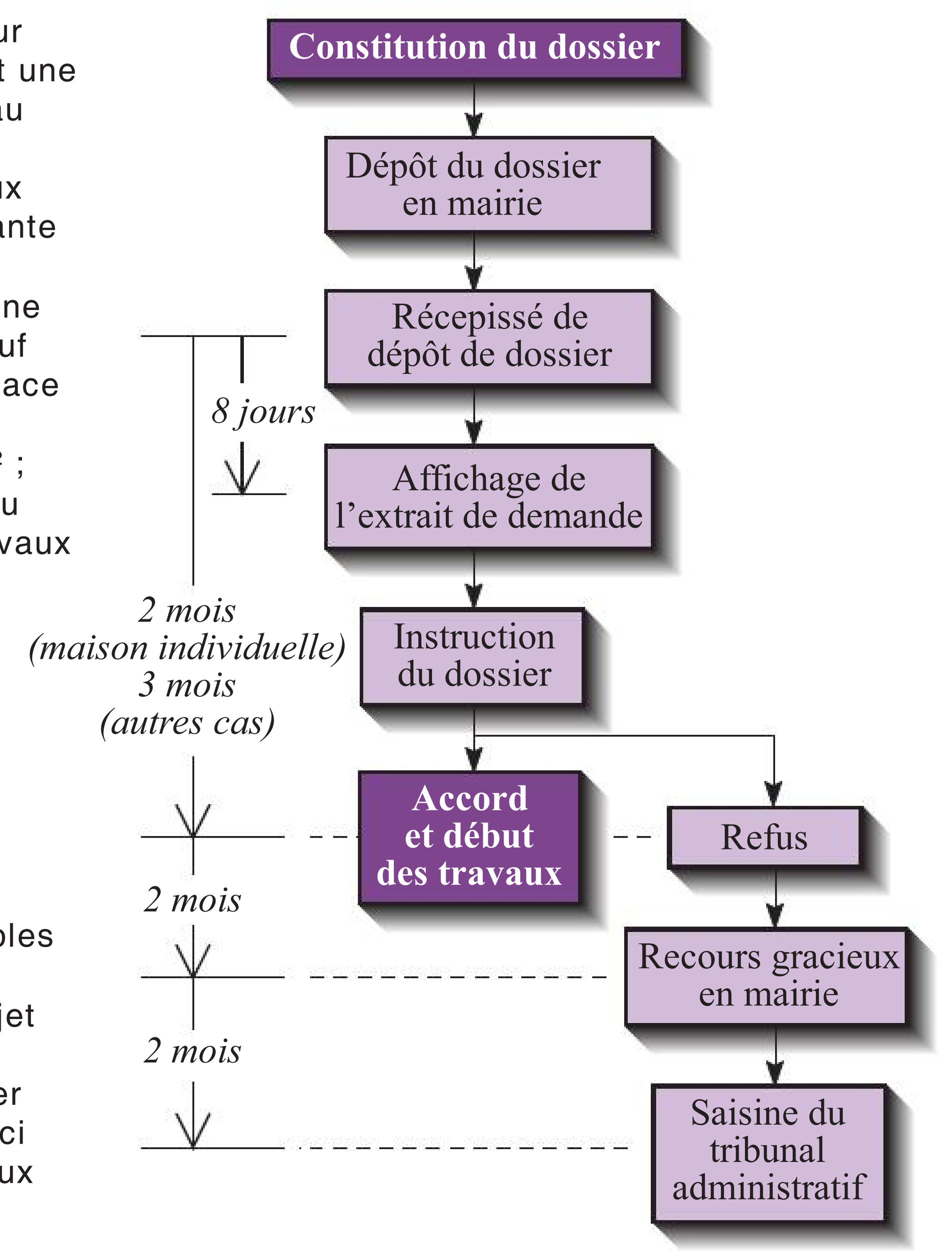
Permis de construire

Le permis de construire est un acte administratif qui permet à l'administration de vérifier qu'un projet de construction respecte les règles d'urbanisme en vigueur. Les démarches d'obtention n'exigent pas du demandeur de documents justifiant d'une habilitation particulière à construire : une attestation suffit. Le recours à un architecte pour réaliser un projet de construction est obligatoire dès lors que la surface de plancher ou l'emprise au sol de la future construction dépasse 170 m².

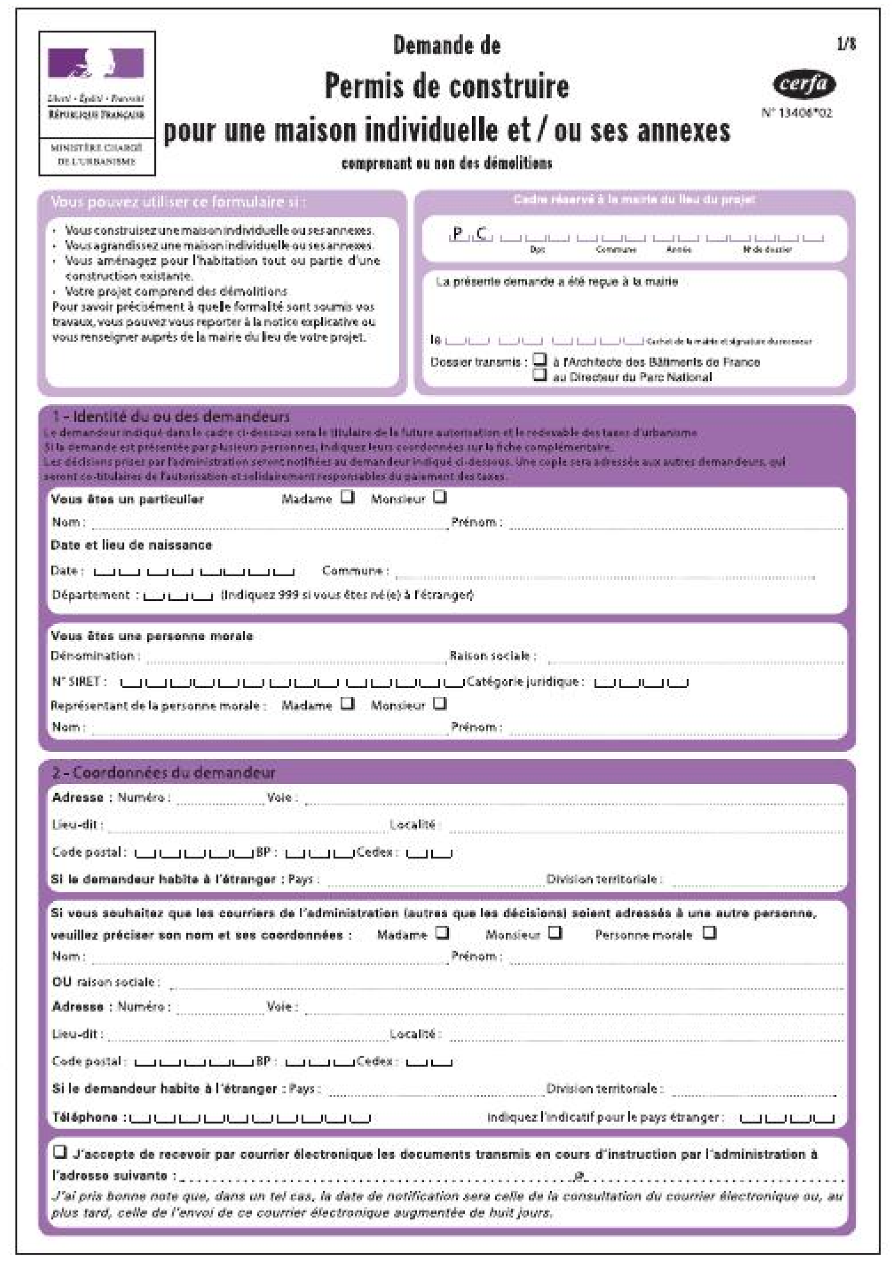
Démarches et travaux concernés

Un permis de construire est exigé pour les constructions nouvelles qui créent une surface de plancher ou une emprise au sol supérieure à 20 m².
Il est également exigé pour les travaux envisagés sur une construction existante qui :
- créent une surface de plancher ou une emprise au sol supérieure à 20 m² sauf dans les zones urbaines où cette surface est portée à 40 m² à condition que la surface totale soit inférieure à 170 m² ;
- modifient les structures porteuses ou la façade du bâtiment lorsque ces travaux s'accompagnent d'un changement de destination (par exemple, transformation d'un local commercial en local d'habitation) ;
- portent sur un immeuble classé monuments historiques ou se situant dans un secteur sauvegardé.

Les formulaires de demande sont disponibles en mairie ou téléchargeables sur le site *service-public.fr*. L'autorisation accordée doit faire l'objet d'un affichage sur le terrain. Cette formalité permet aux tiers de contester l'autorisation s'ils estiment que celle-ci leur porte préjudice et est contraire aux règles d'urbanisme.



Délais d'instruction



Demande de
Permis de construire
pour une maison individuelle et / ou ses annexes
comprenant ou non des démolitions

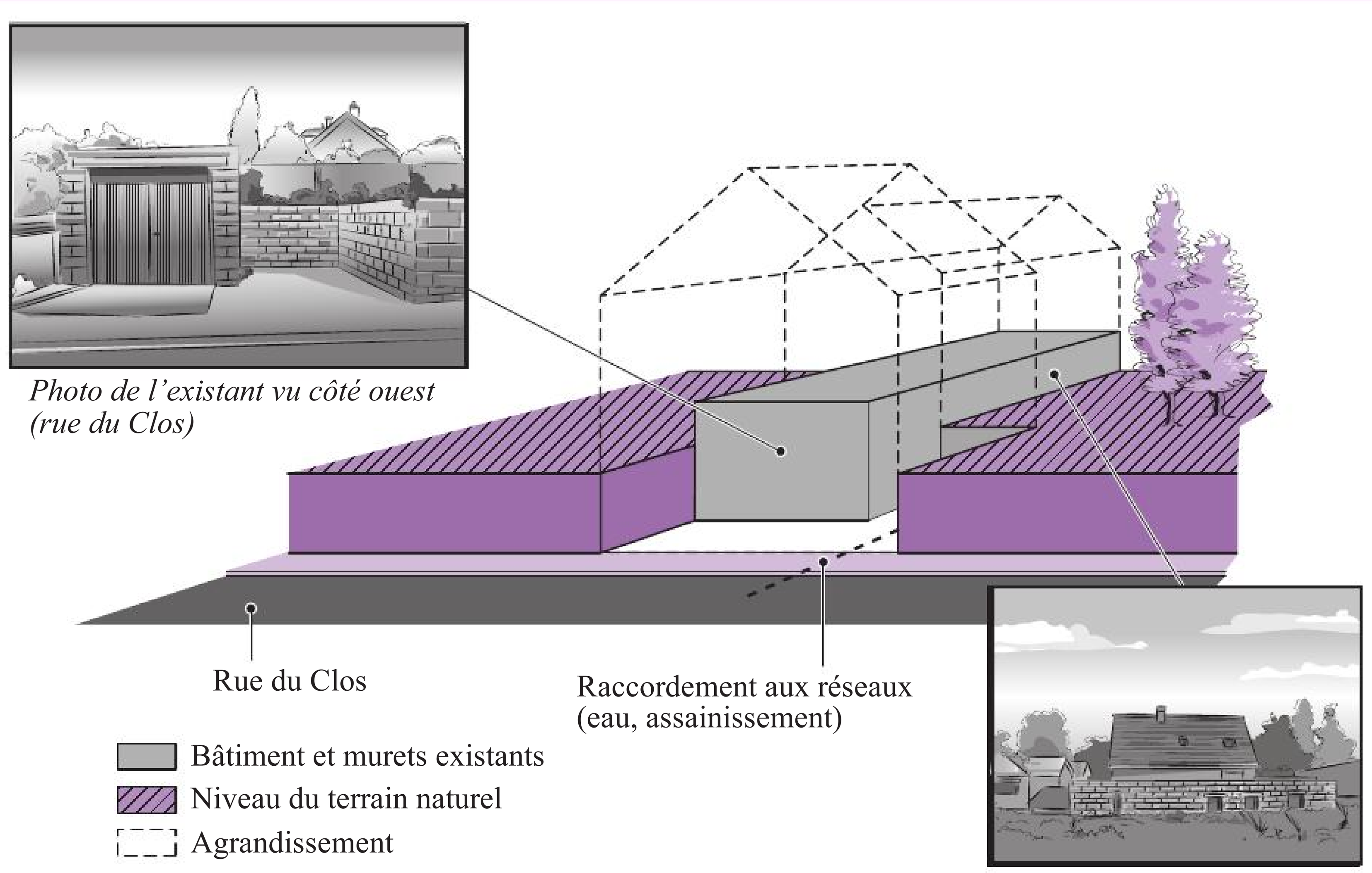
1 - Identité du ou des demandeurs

2 - Coordonnées du demandeur

Formulaire cerfa n° 13406*02

Plans et éléments à fournir lors du dépôt de la demande

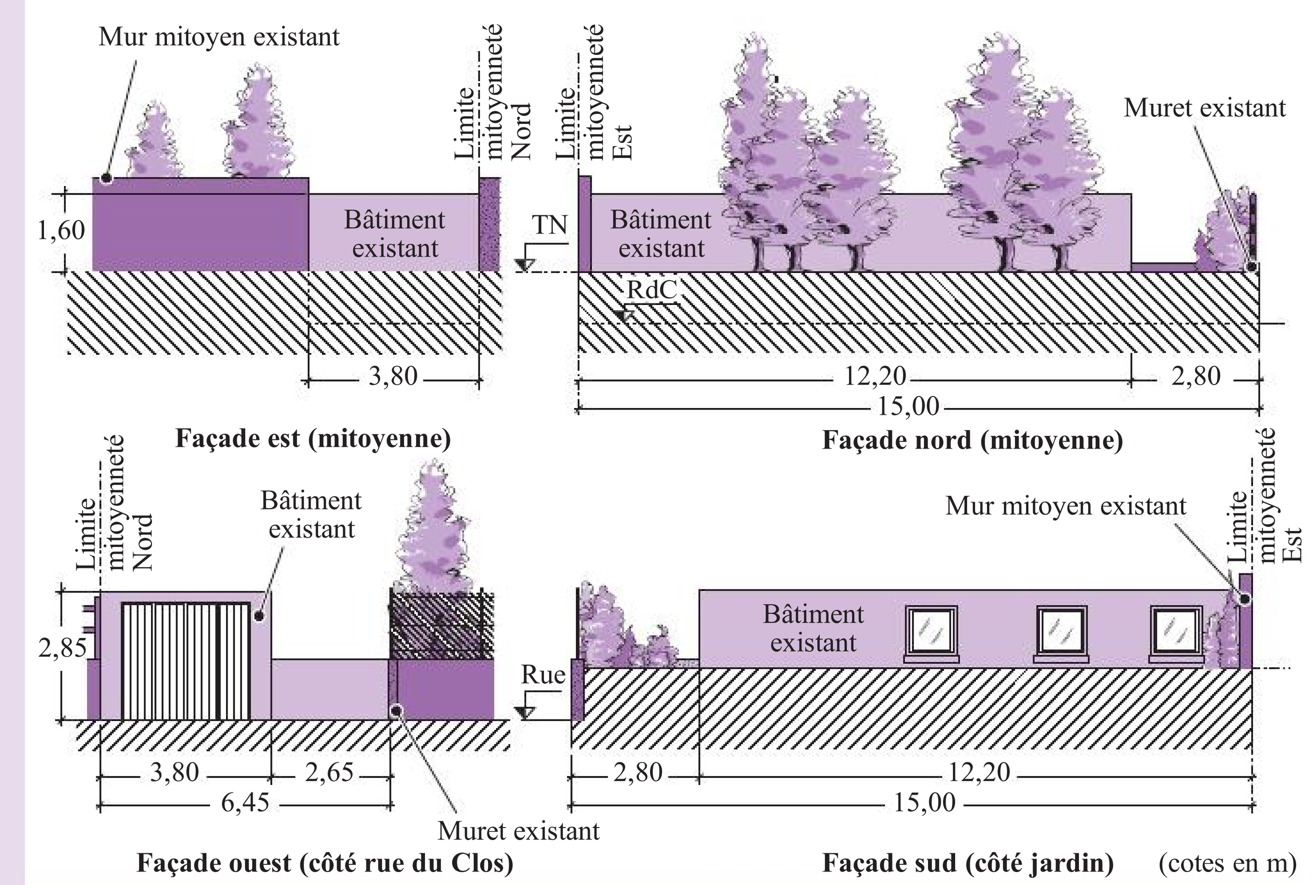
Le formulaire de demande de permis de construire doit être accompagné des pièces suivantes :
- une notice décrivant le terrain et le projet de construction ;
- un plan d'ensemble du projet en perspective ;
- une ou deux photographies permettant d'apprécier l'insertion du projet dans son environnement ;
- un plan de situation du terrain ;
- un plan de masse des constructions à édifier ou à modifier ;
- un plan des façades et des toitures ;
- un plan éventuel des niveaux de la construction (non obligatoire) ;
- un document graphique faisant apparaître l'état initial et l'état final de chacune des parties du bâtiment faisant l'objet de travaux s'il s'agit d'un agrandissement ou d'une rénovation.



Vue en perspective de l'existant et de l'agrandissement

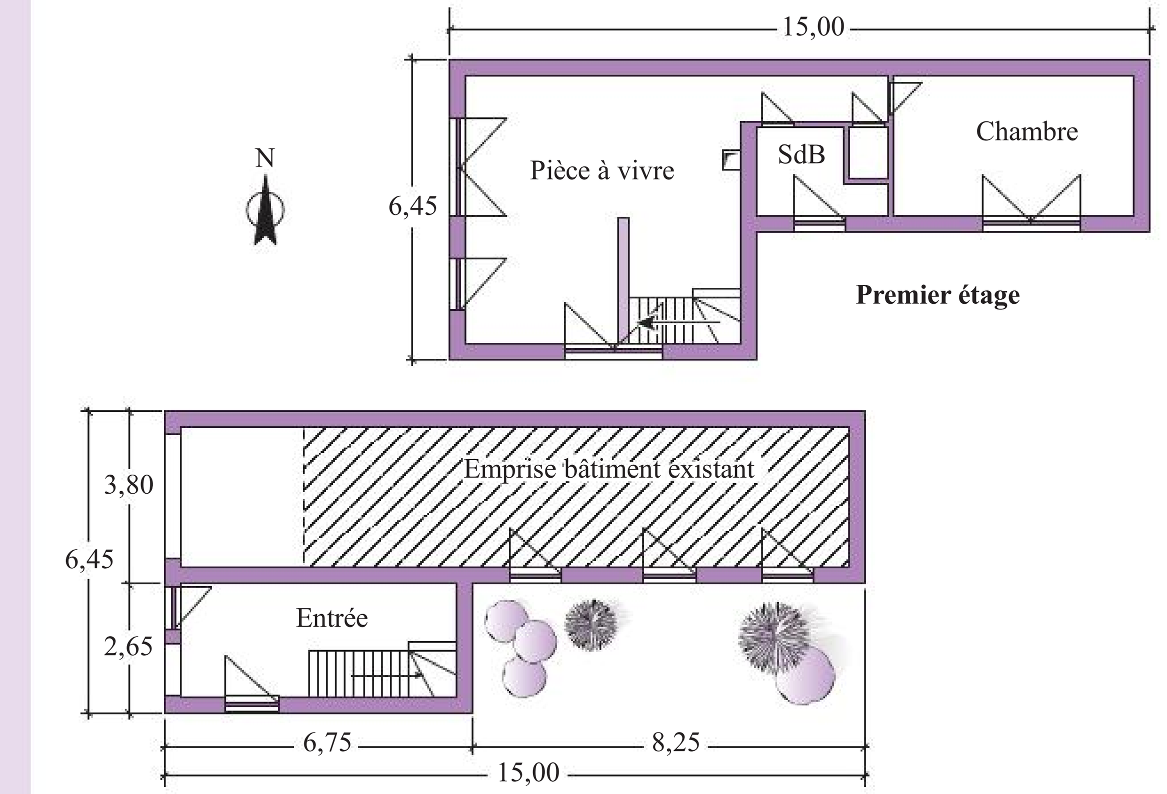
Plans de l'existant

Plans représentant l'état initial de chacune des parties du bâtiment faisant l'objet des travaux.



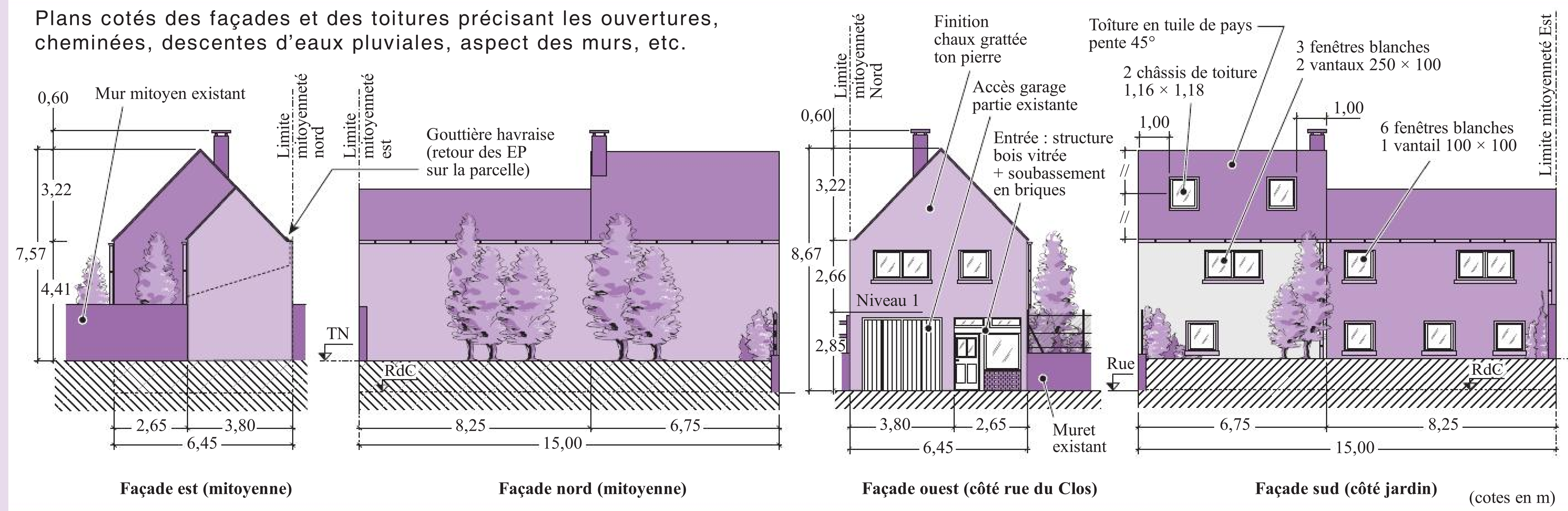
Plans des niveaux du projet

Plans cotés des différents niveaux précisant la position des ouvertures (non obligatoire).



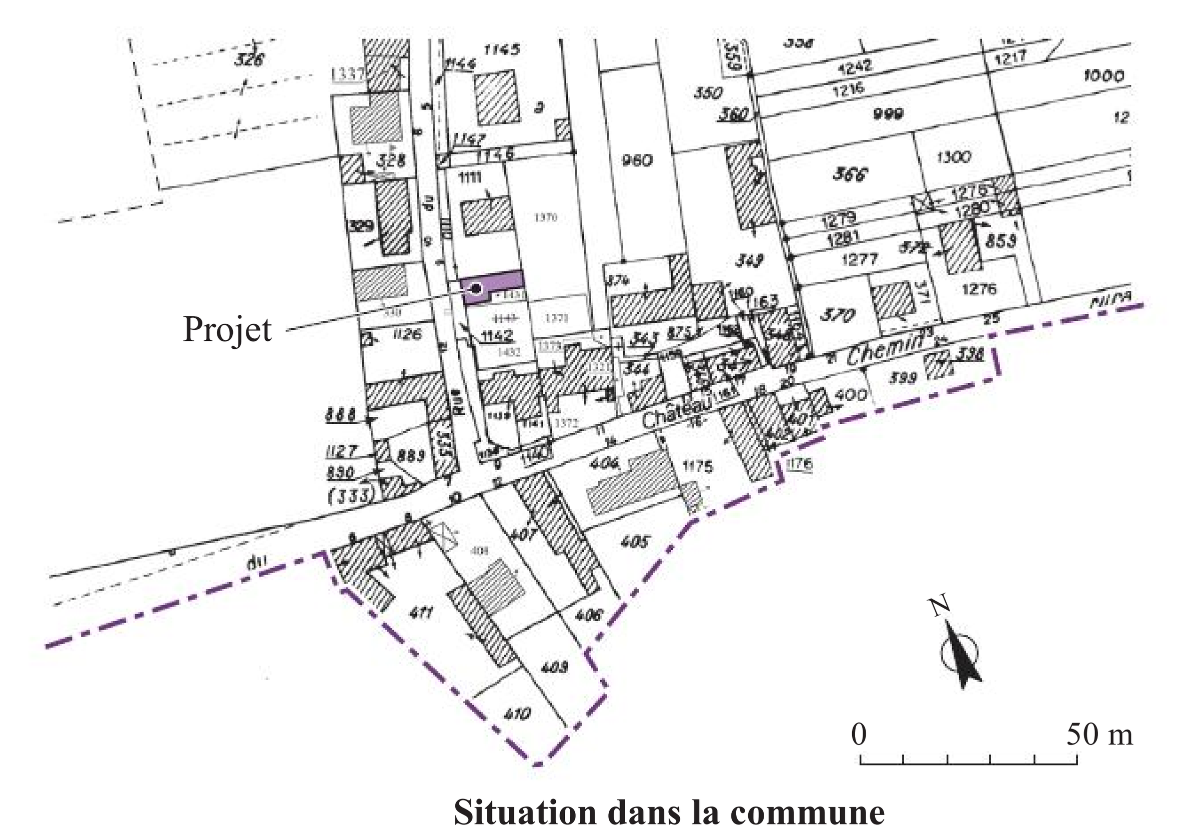
Plans des façades du projet

Plans cotés des façades et des toitures précisant les ouvertures, cheminées, descentes d'eaux pluviales, aspect des murs, etc.



Plan de situation

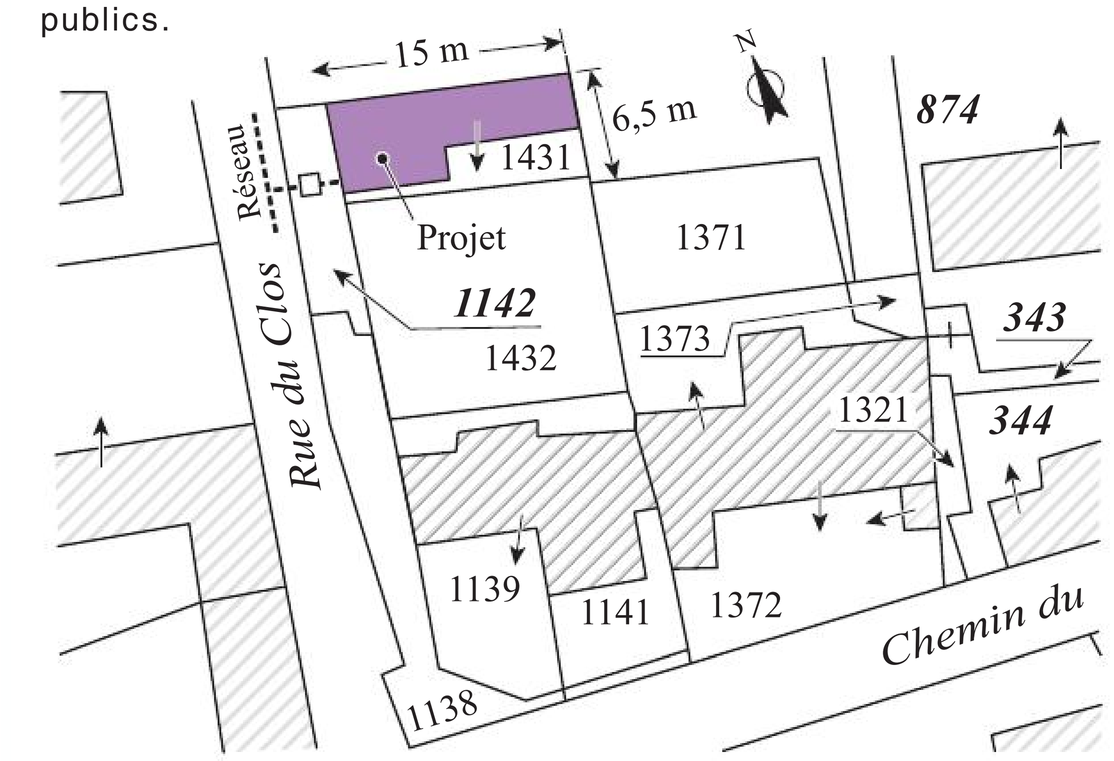
Le plan de situation permet de localiser le projet. Il peut être réalisé à partir d'un extrait du plan cadastral.



Situation dans la commune

Plan de masse

Le plan de masse est coté en trois dimensions pour les terrains en pente et indique les modalités de raccordement aux réseaux publics.



Implantation sur le terrain par rapport au voisinage

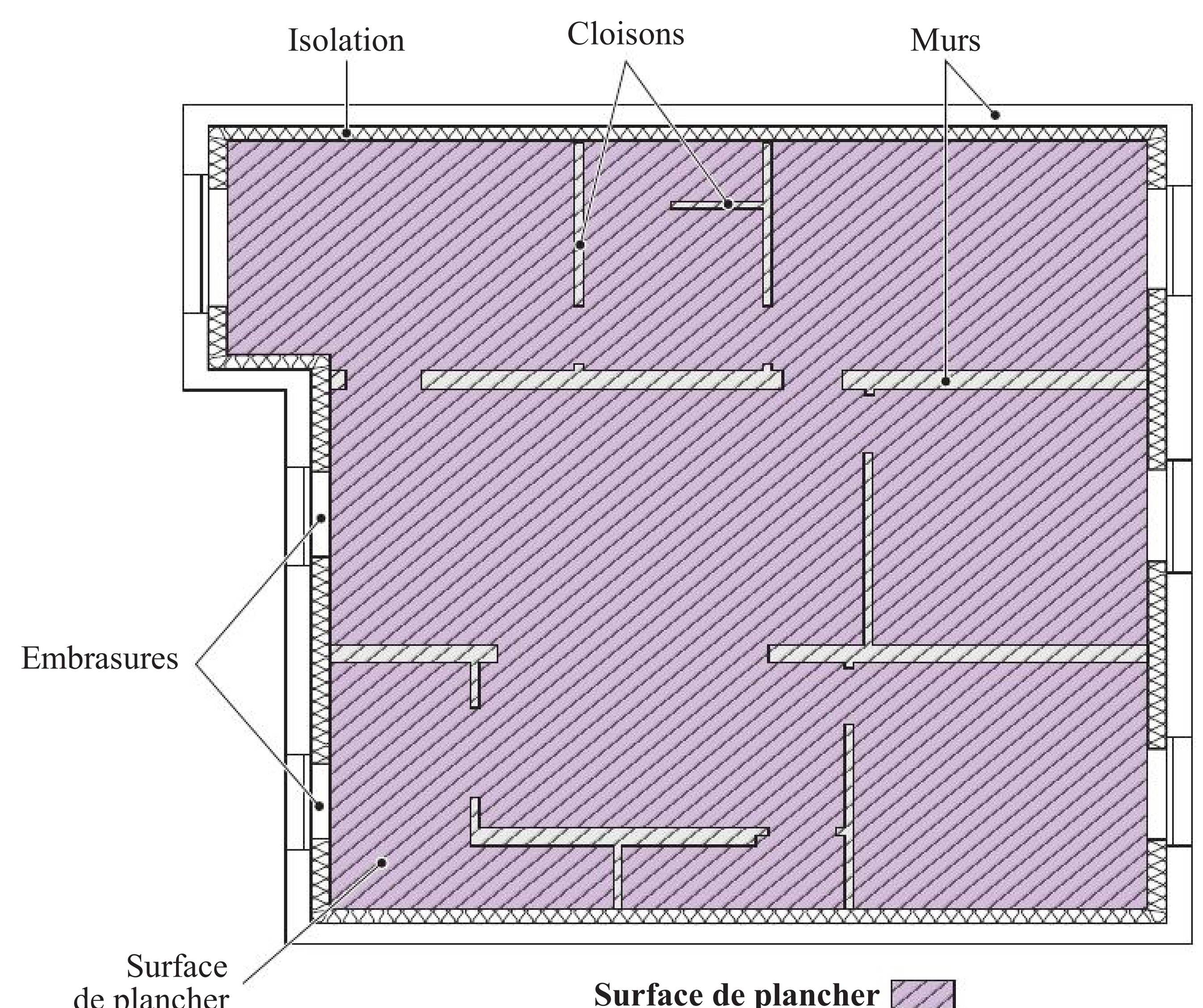
Comment ça marche

Surfaces de plancher

La surface de plancher remplace les anciennes surfaces de référence utilisées dans le droit de l'urbanisme (surface hors œuvre brute (SHOB) et surface hors œuvre nette (SHON)) afin de déterminer les formalités à accomplir pour un projet de construction. Cette nouvelle surface, dans la mesure où elle est globalement inférieure à la SHON, entend favoriser l'amélioration de la qualité environnementale des bâtiments et la densification des zones urbaines.

Définition

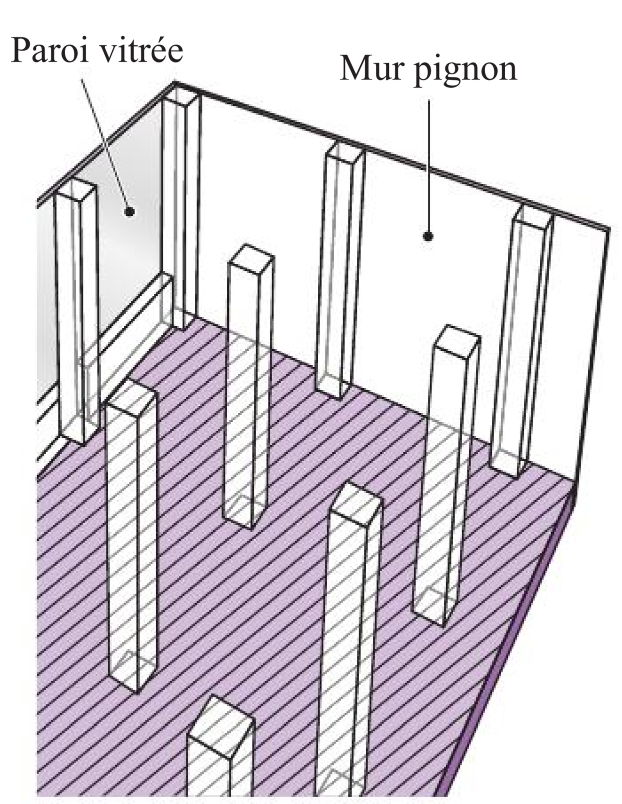
Pour calculer la surface de plancher d'une construction, il convient de mesurer les surfaces à la fois closes et couvertes (hors balcons, toitures-terrasses, loggias) de chaque niveau, à partir du nu intérieur des façades, puis de déduire les surfaces suivantes :
- surfaces correspondant à l'épaisseur des murs entourant les embrasures des portes et fenêtres donnant sur l'extérieur ;
- vides et trémies des escaliers et ascenseurs ;
- surfaces de plancher d'une hauteur sous plafond ≤ 1,80 mètre ;
- surfaces de plancher aménagées en vue du stationnement des véhicules motorisés ou non, y compris les rampes d'accès et les aires de manœuvres ;
- surfaces de plancher des combles non aménageables pour l'habitation ou pour des activités à caractère professionnel, artisanal, industriel ou commercial ;
- surfaces de plancher des locaux techniques nécessaires au fonctionnement d'un groupe de bâtiments ou d'un immeuble autre qu'une maison individuelle, y compris les locaux de stockage des déchets ;
- surfaces de plancher des caves ou des celliers, annexes à des logements, dès lors que ces locaux sont desservis uniquement par une partie commune ;
- surface égale à 10 % des surfaces de plancher affectées à l'habitation telles qu'elles résultent, s'il y a lieu, de l'application des points mentionnés ci-dessus, dès lors que les logements sont desservis par des parties communes intérieures.



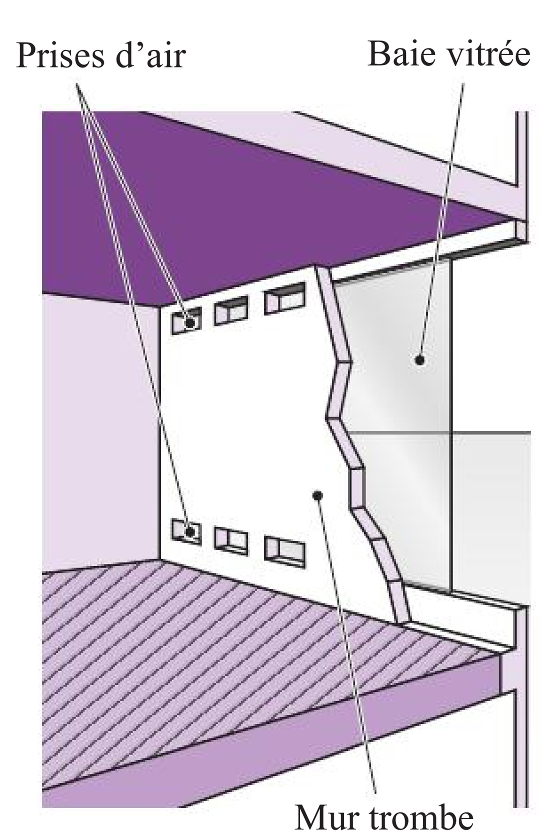
Surface de plancher
(déduction faite des murs extérieurs, de l'isolation et des embrasures)

Nu intérieur

La surface de plancher d'un niveau est calculée au nu intérieur des murs de la construction. Elle ne prend en compte ni l'épaisseur des murs extérieurs ni, quel que soit le matériau dont ils sont constitués (brique, verre, pierre, etc.), l'épaisseur des matériaux isolants, ni les piliers isolés dans les murs périphériques (a), ni les vides dans le cas de murs capteurs ou trombes (b).



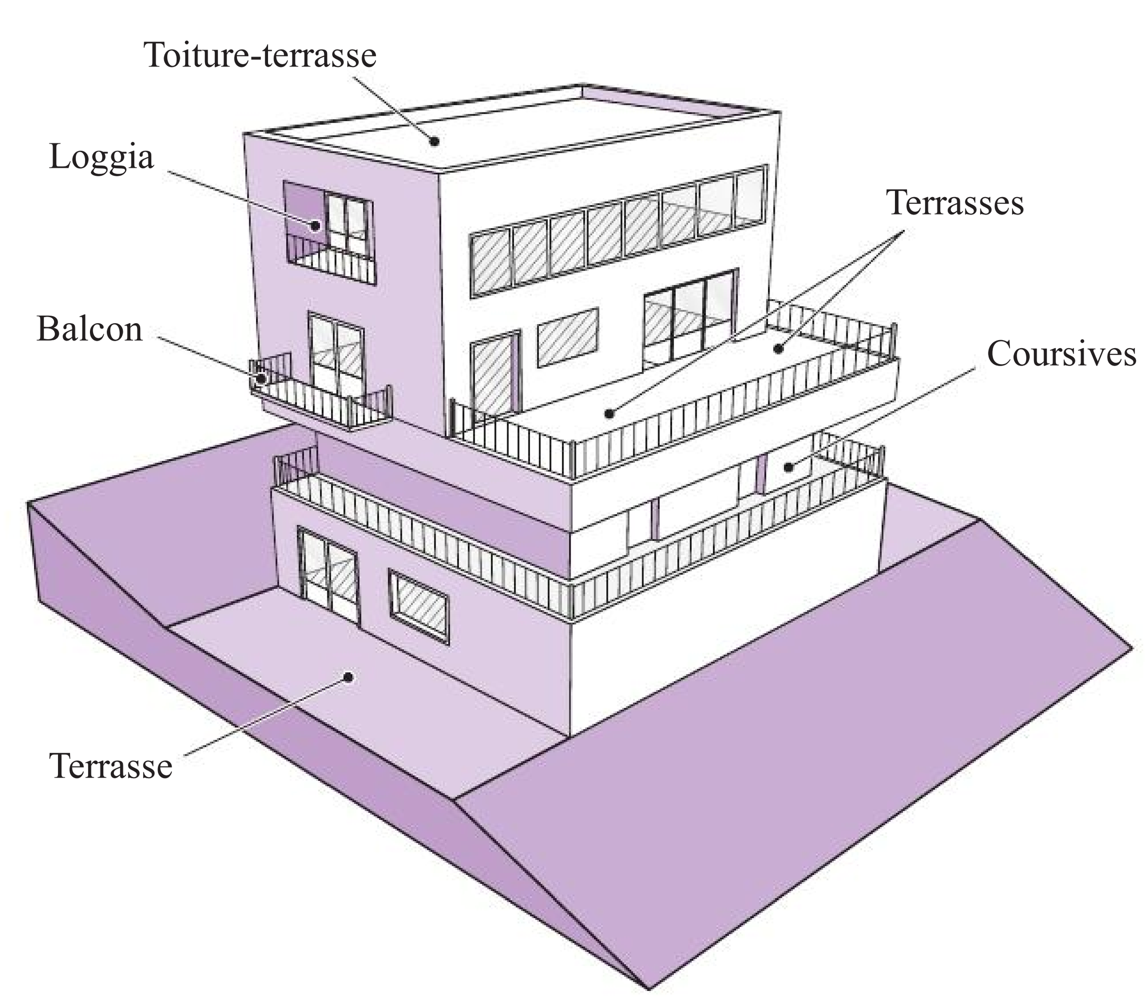
a Murs et piliers



b Vides dans les murs

Toitures-terrasses et balcons

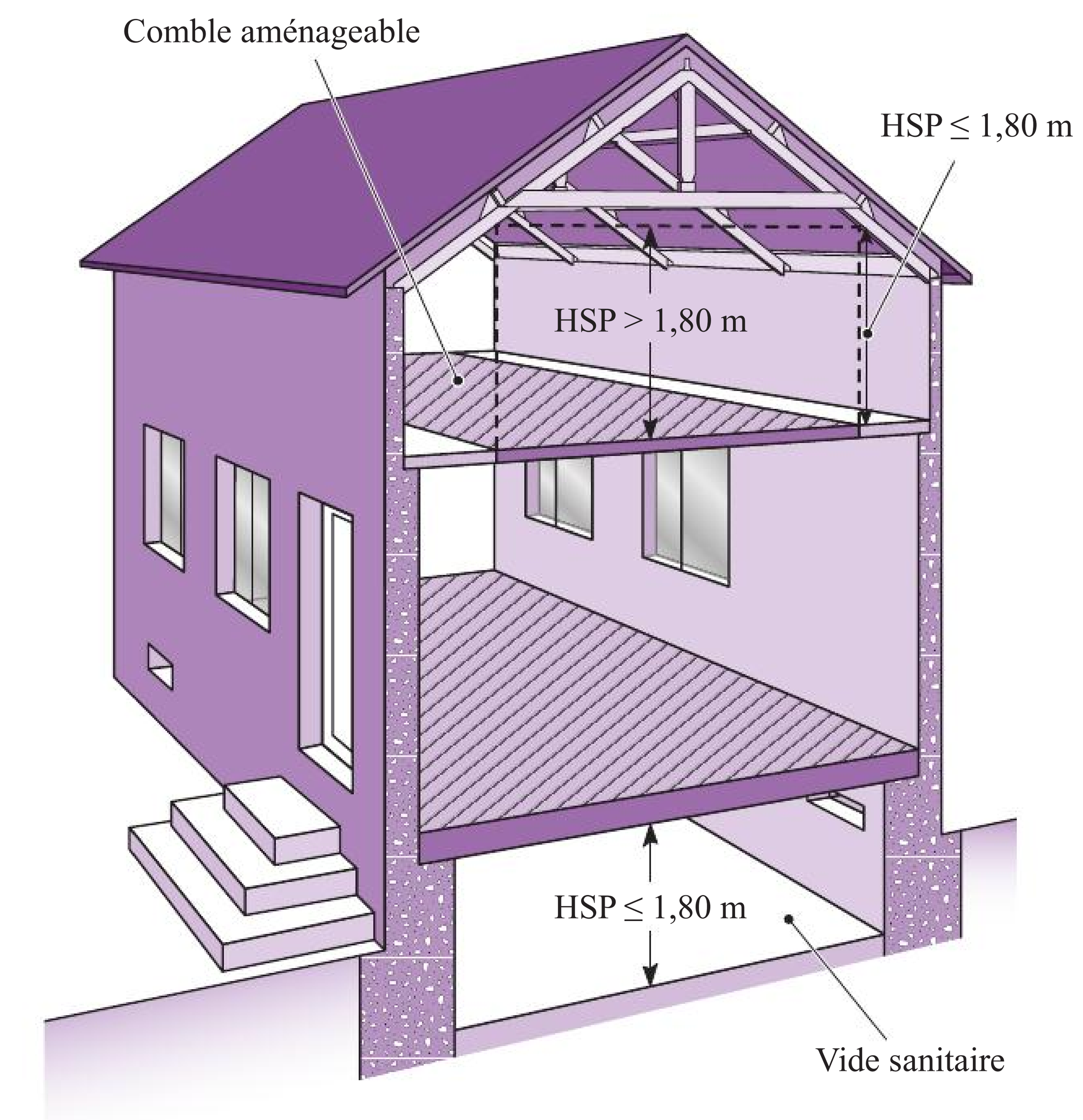
Sont exclus de la surface de plancher d'une construction : les toitures-terrasses, les balcons, les loggias ouvertes, les terrasses et les coursives extérieures.



Déduction de surfaces

Hauteur sous plafond ≤ 1,80 m

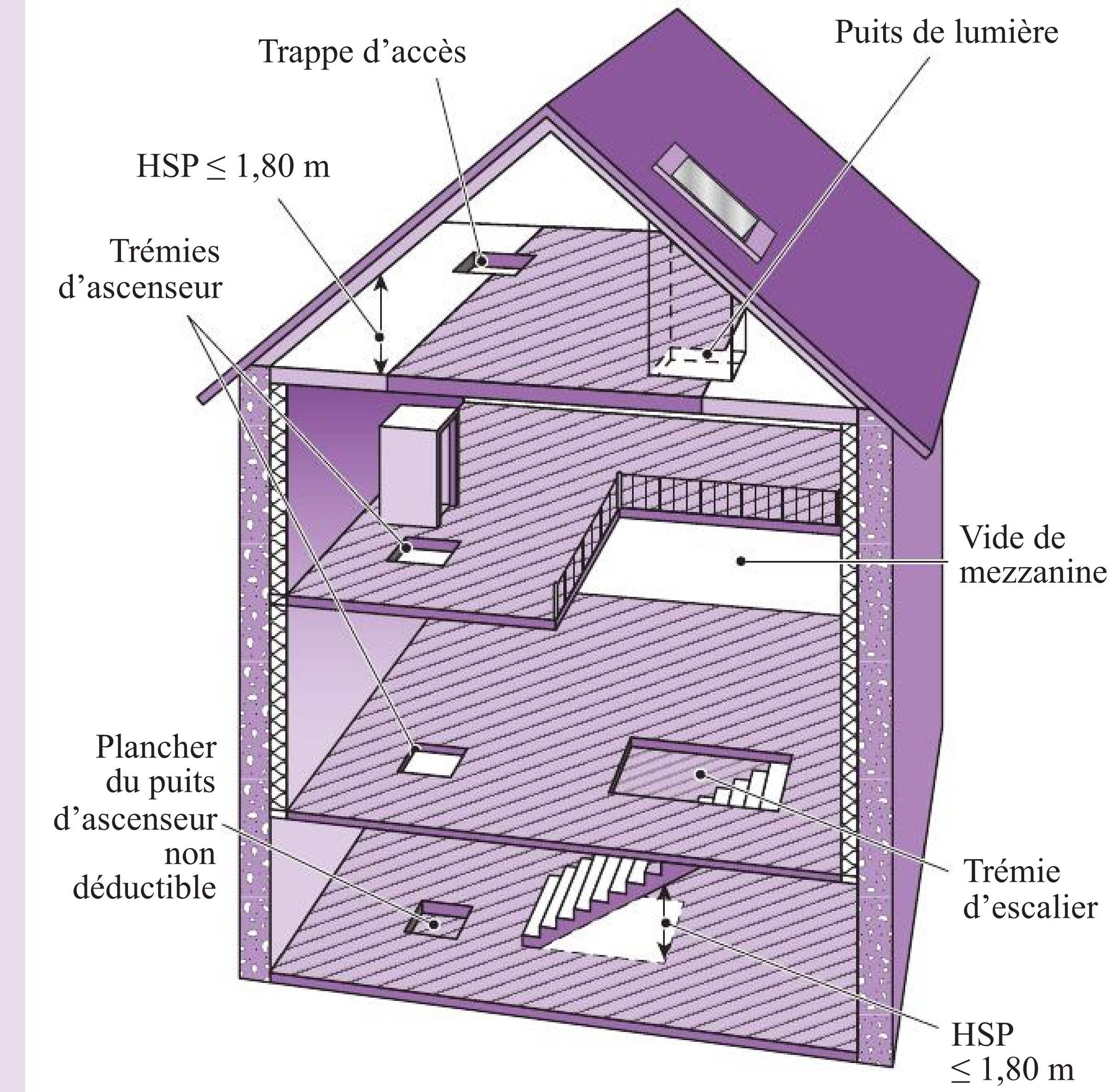
Tout local ou partie de local d'une hauteur sous plafond (HSP) inférieure ou égale à 1,80 m n'est pas compté dans la surface de plancher. Tous les locaux sont concernés, quel que soit le niveau où ils se situent.



Déduction des hauteurs sous plafond ≤ 1,80 m

Vides et trémies

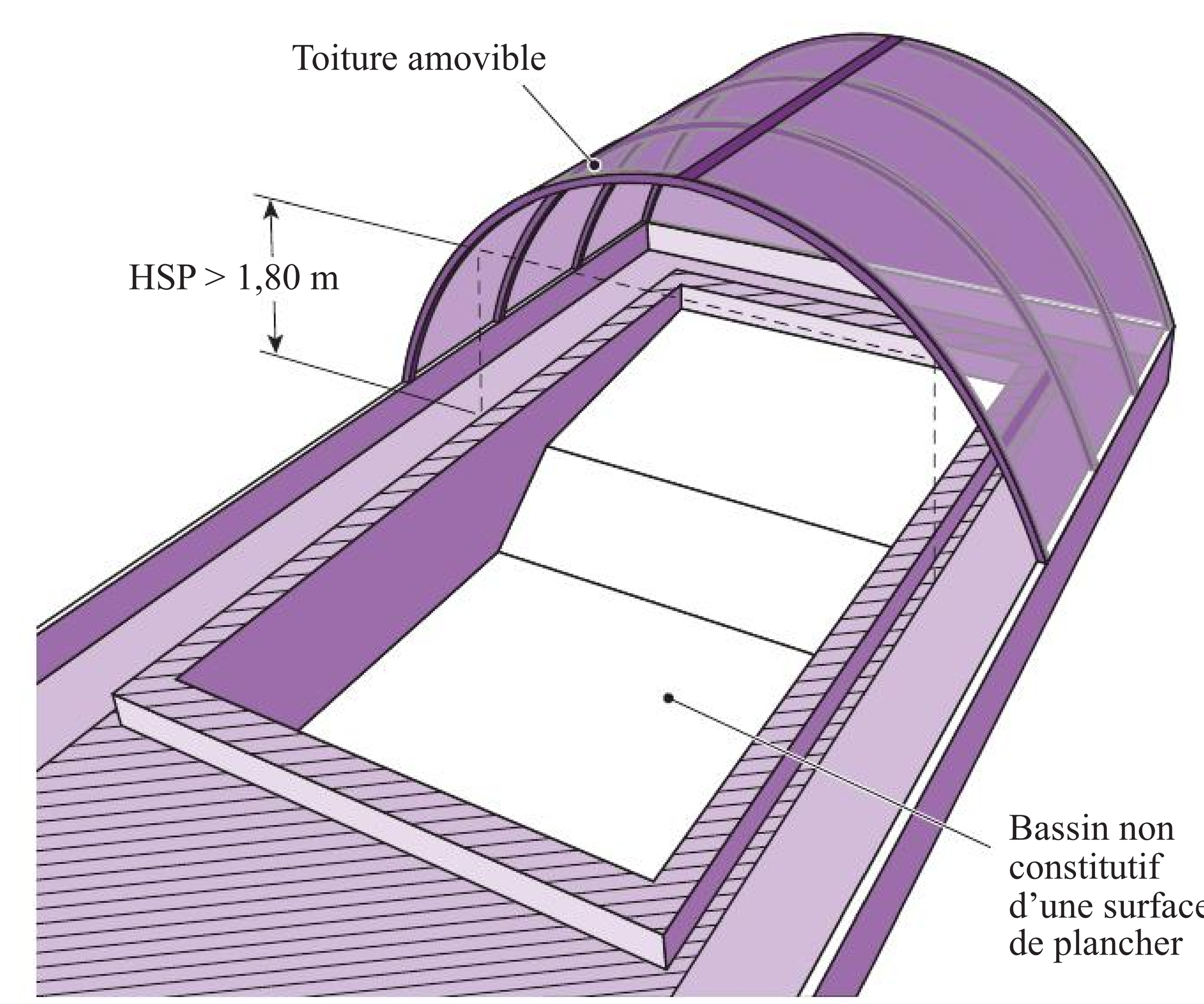
Sont déduits les vides et les trémies des mezzanines, escaliers, ascenseurs ou monte-charges, puits de lumière et plus généralement les vides réalisés au profit du passage d'une gaine technique ou d'un conduit nécessitant un percement permettant au minimum le passage d'une personne.



Déduction des vides et trémies

Cas particuliers

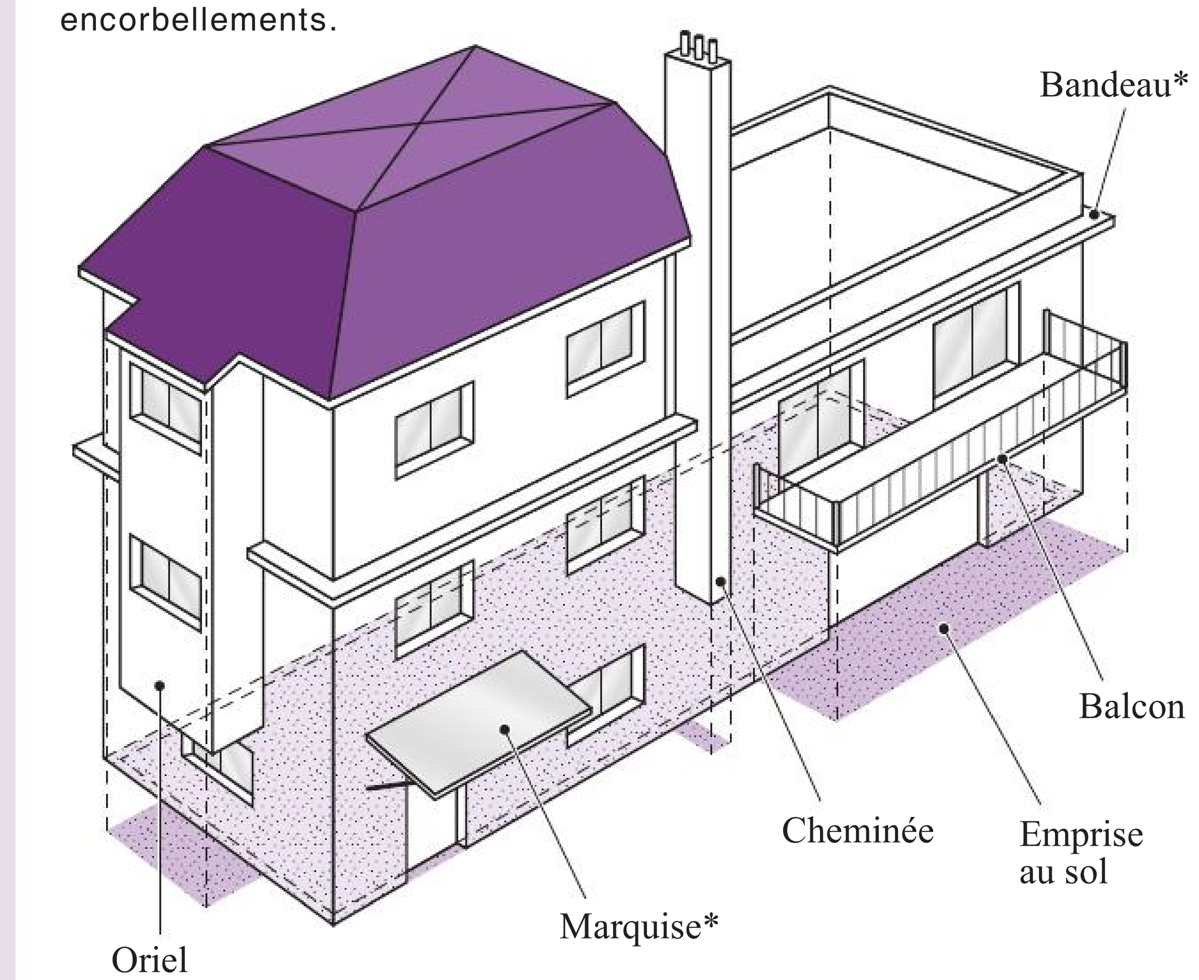
Les bassins des piscines, couvertes ou non, ne sont pas considérés comme surfaces de plancher. Toutefois, la margelle, le dallage ou la terrasse entourant le bassin clos et couvert (à toiture amovible ou non), constitue de la surface de plancher dès lors que la hauteur sous la couverture est supérieure à 1,80 m.



Margelles et terrasses des piscines couvertes

Emprise au sol

L'emprise au sol permet de traiter le cas de constructions non constitutives de surfaces de plancher et soumises aux permis de construire et déclarations préalables. Elle correspond à la projection verticale du volume de la construction. Les éléments de modénature et les marquises sont exclus, ainsi que les débords de toiture lorsqu'ils ne sont pas soutenus par des poteaux ou des encorbellements.



(*) Non constitutif d'emprise au sol

Éléments d'emprise au sol d'un bâtiment

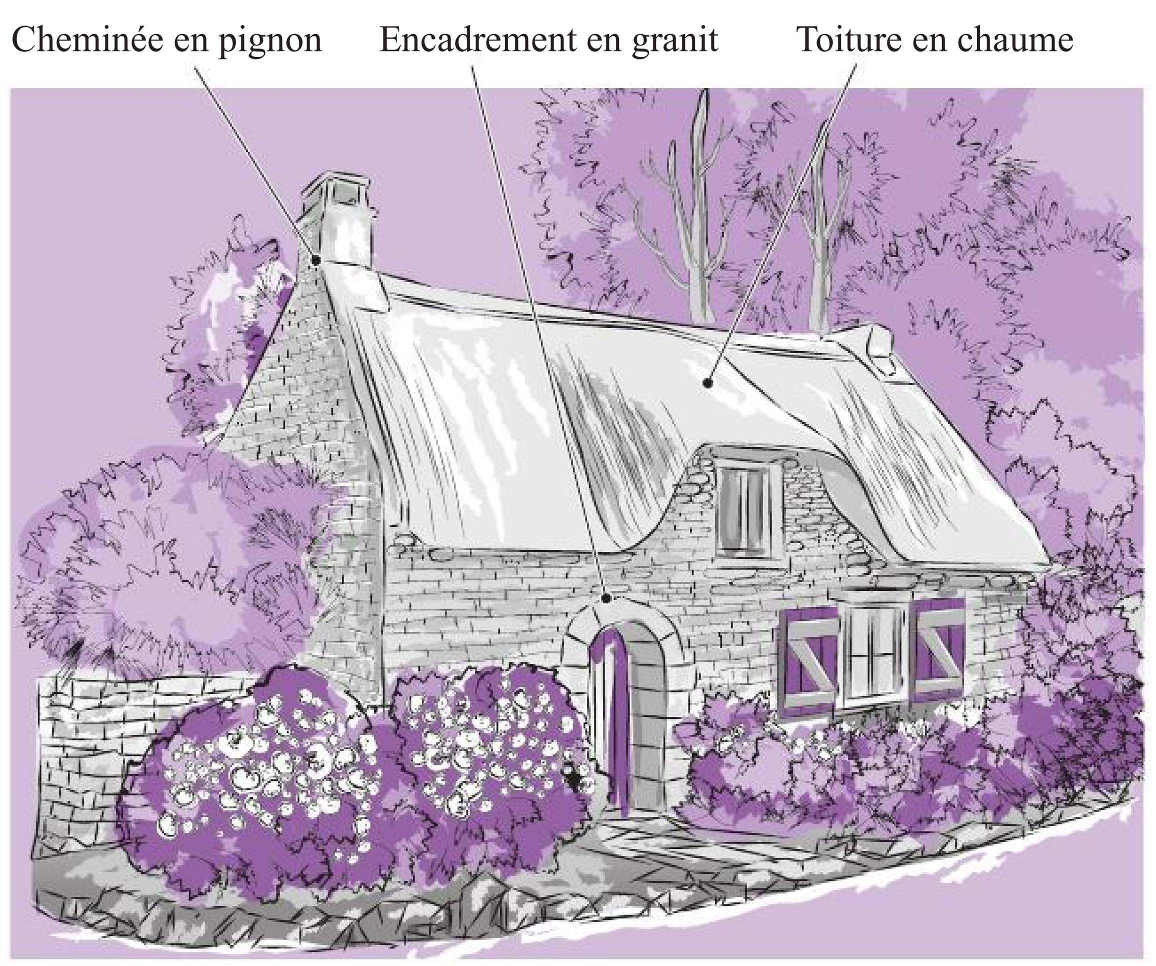
Comment ça marche

Styles régionaux des maisons

Les coutumes, les pratiques locales, la présence de matériaux particuliers et le climat ont donné aux maisons de chaque région un style reconnaissable. Afin de protéger les sites historiques et de préserver l'homogénéité architecturale, un architecte des bâtiments de France peut imposer à une nouvelle construction un style et une allure qui caractérisent le style régional, même si les matériaux utilisés et les méthodes de construction s'en différencient très largement.

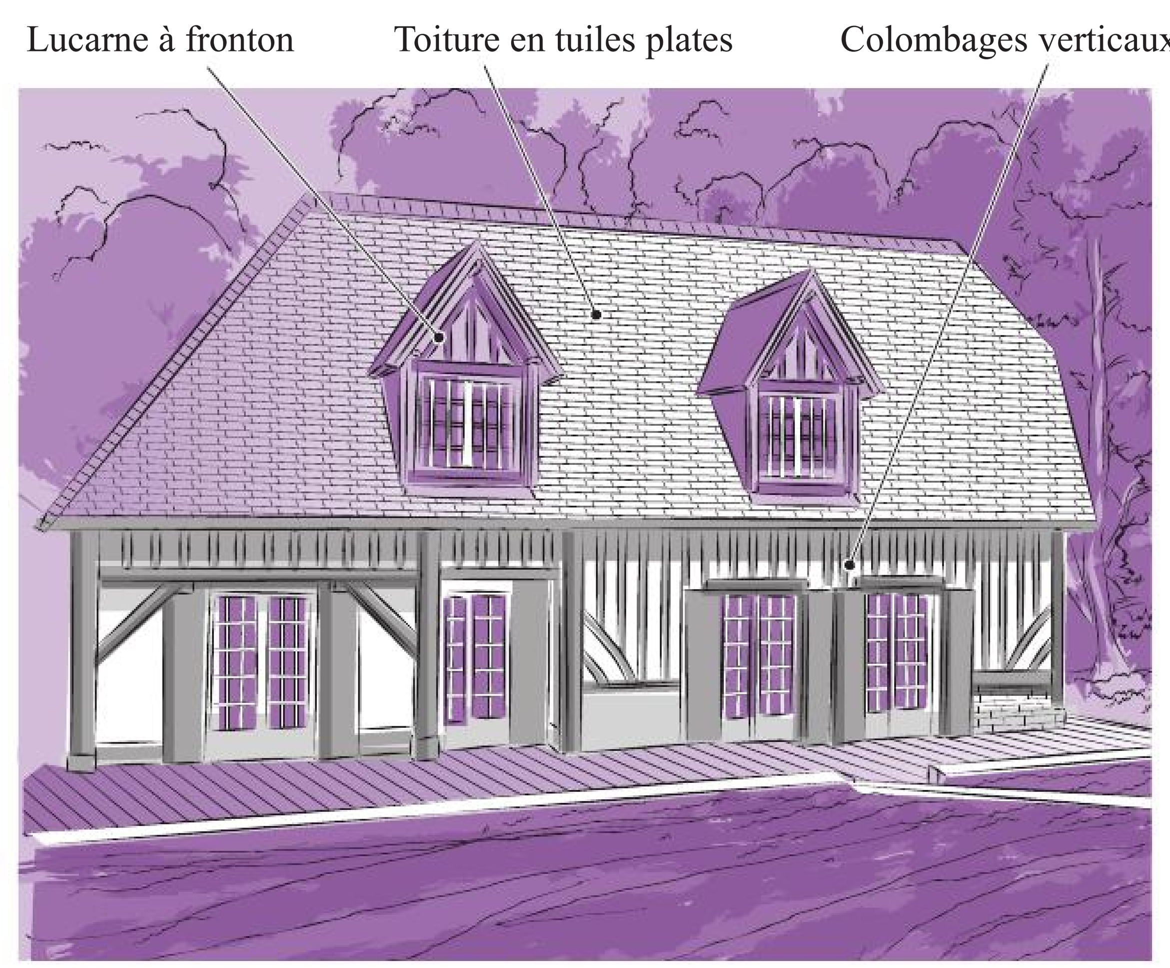
Bretagne

Les maisons bretonnes se caractérisent par des murs bas en granit ou en pisé, des pignons aveugles se terminant en souche de cheminée et une toiture en ardoises (près des côtes) ou en chaume. Les encadrements des portes et fenêtres sont en blocs de granit taillés et les menuiseries peintes de couleurs vives.



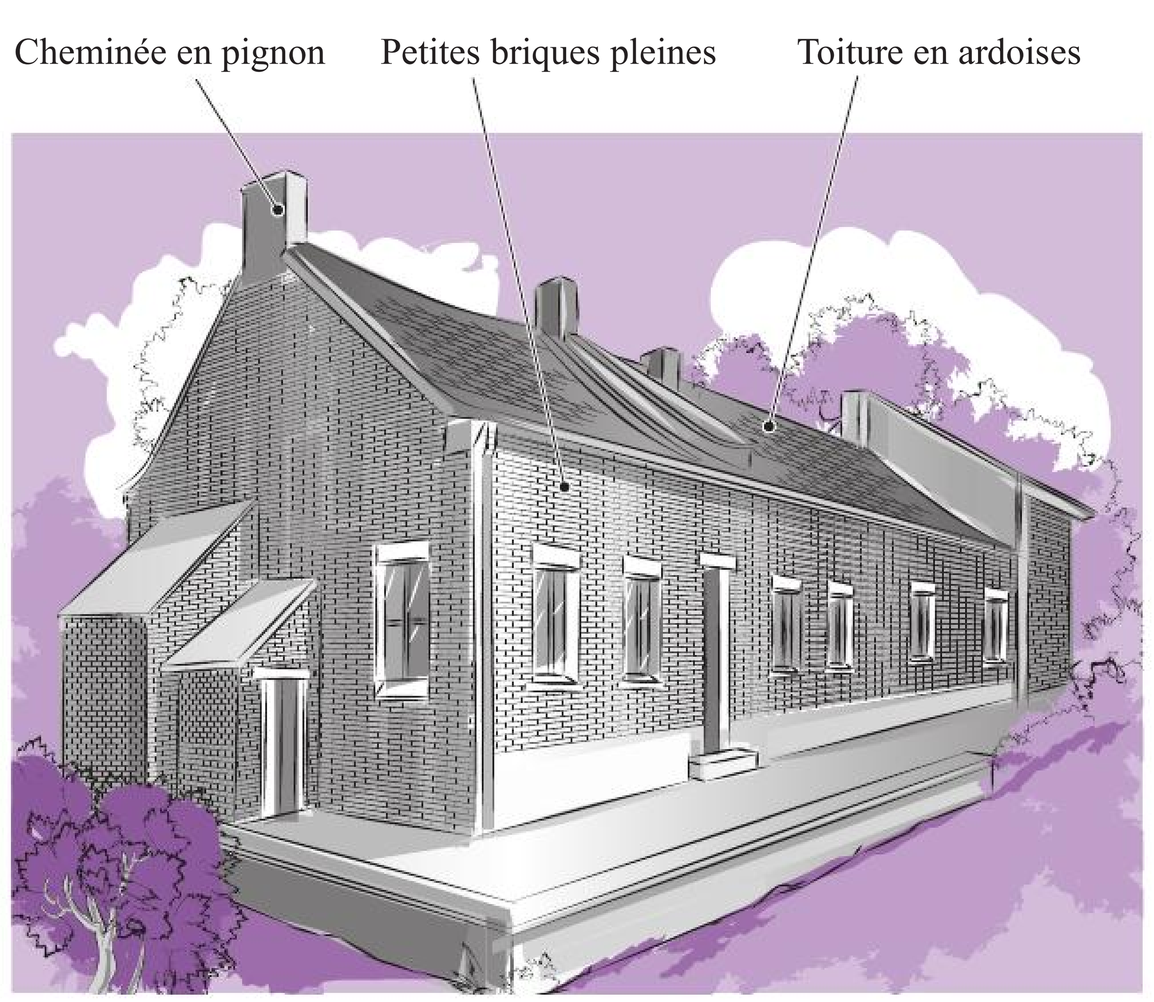
Normandie

Les maisons normandes se caractérisent par des murs à colombages verticaux remplis de torchis, de tuileaux ou de briques rouges, une toiture enveloppante en tuiles plates, en ardoises ou en chaume à deux ou quatre pans avec une croupe, des lucarnes à fronton et des menuiseries à petits bois.



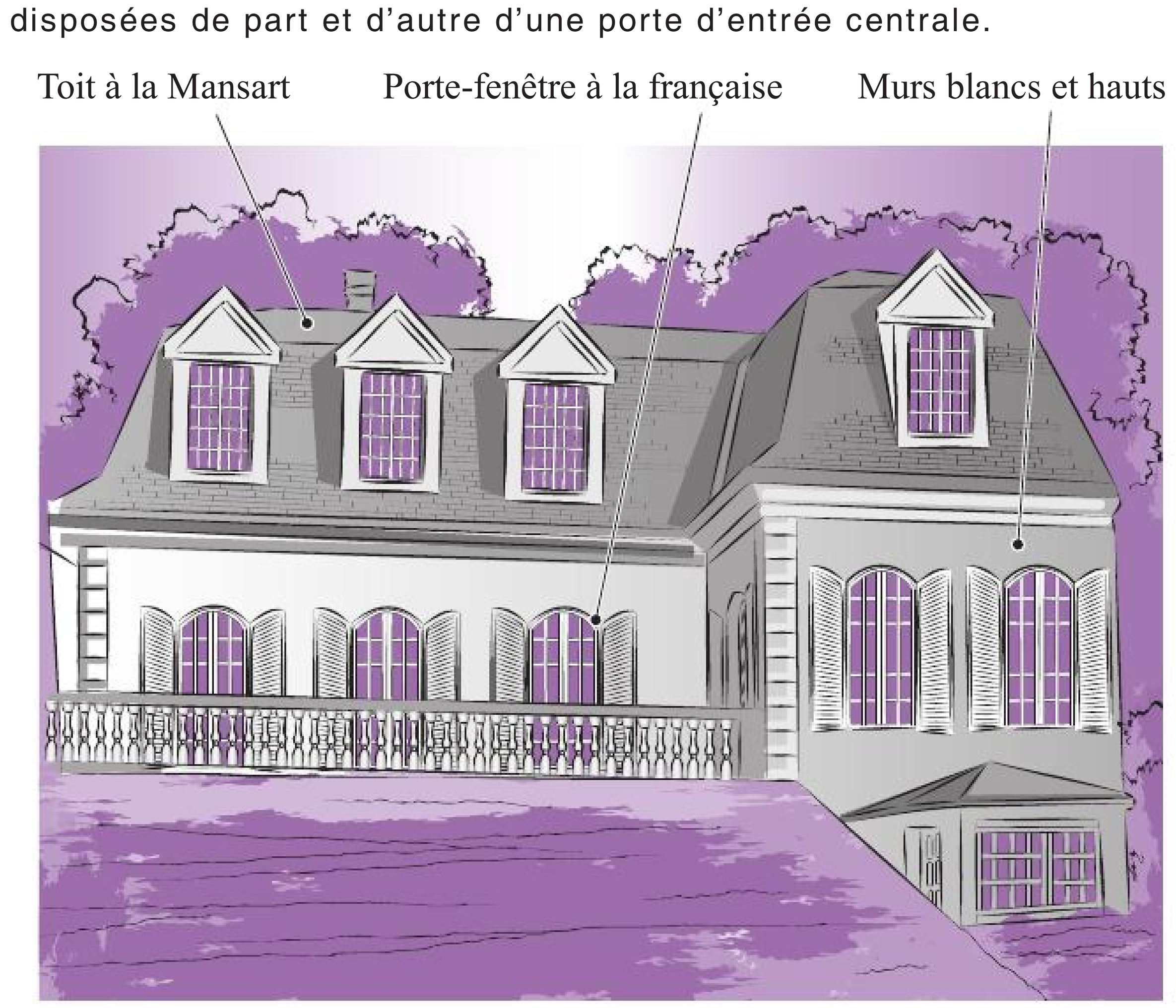
Nord-Picardie

Ces maisons se caractérisent par des murs en petites briques pleines assemblées à joints croisés, parfois recouvertes d'un badigeon hydrofuge, des toits très pentus en tuiles flamandes ou en ardoises, avec des rives d'égout relevées en coyau. Les souches de cheminée sont situées en toiture ou en pignon.



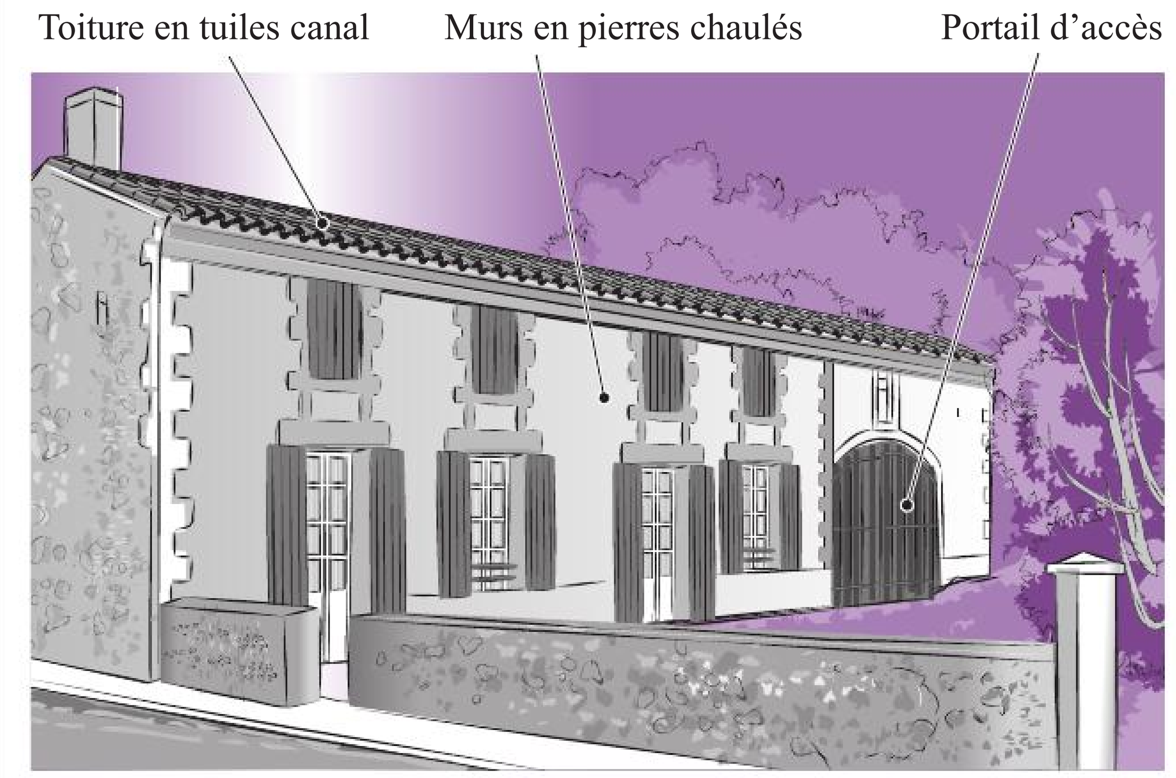
Île-de-France

Les maisons franciliennes se caractérisent par des murs blancs, hauts, sur un ou deux étages, avec un mur côté nord généralement aveugle et un toit à deux ou quatre pans en tuiles plates ou à la Mansart en ardoises avec un terrasson en zinc. Des portes-fenêtres à la française avec des persiennes en bois sont disposées de part et d'autre d'une porte d'entrée centrale.



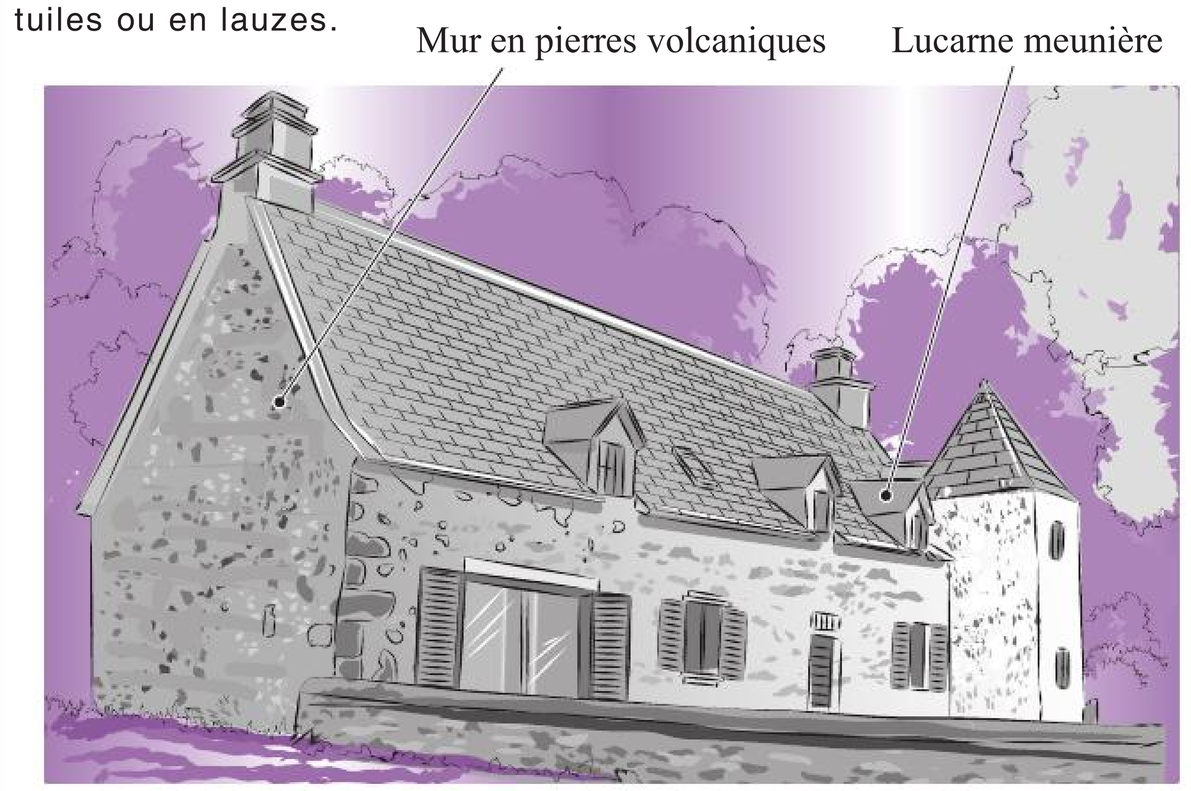
Poitou-Charentes

Ces maisons se caractérisent par des murs bas en pierres chaulés ou en pierres de taille et un toit peu pentu en tuiles canal.



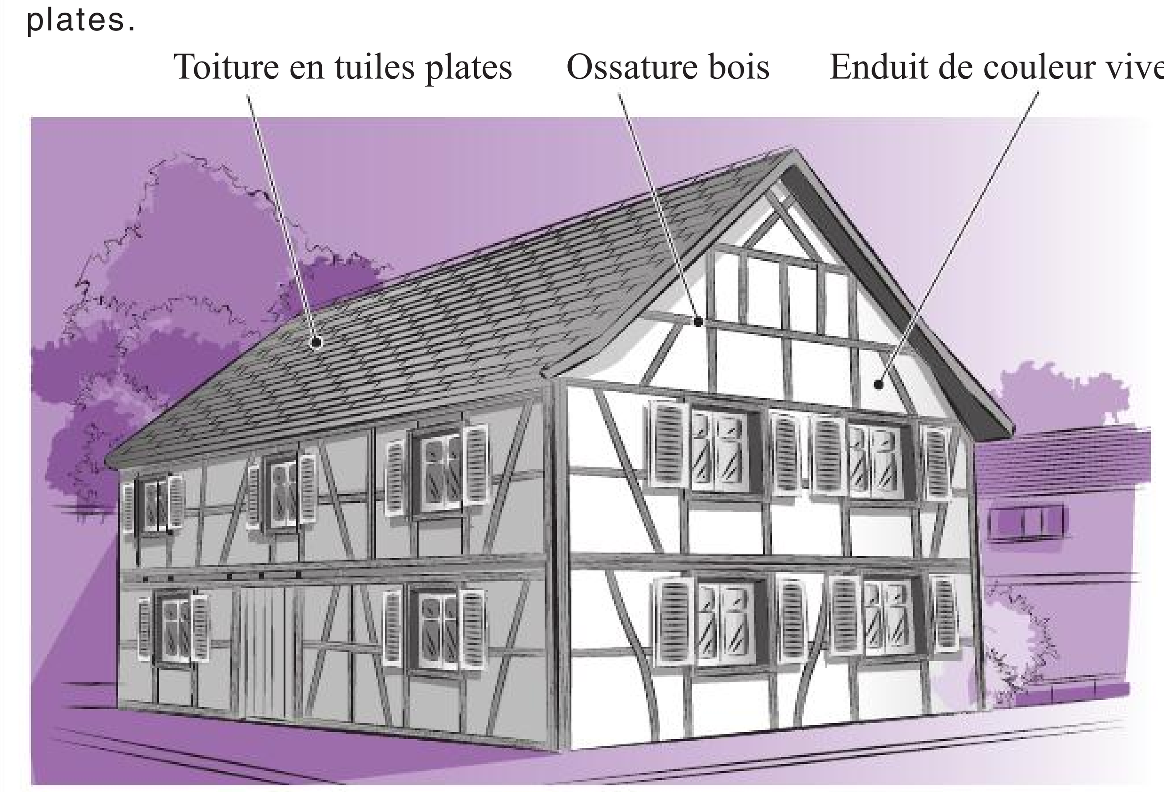
Centre-Auvergne

Ces maisons se caractérisent par des murs en pierres volcaniques noires assemblées au mortier de ciment et un toit en ardoises, en tuiles ou en lauzes.



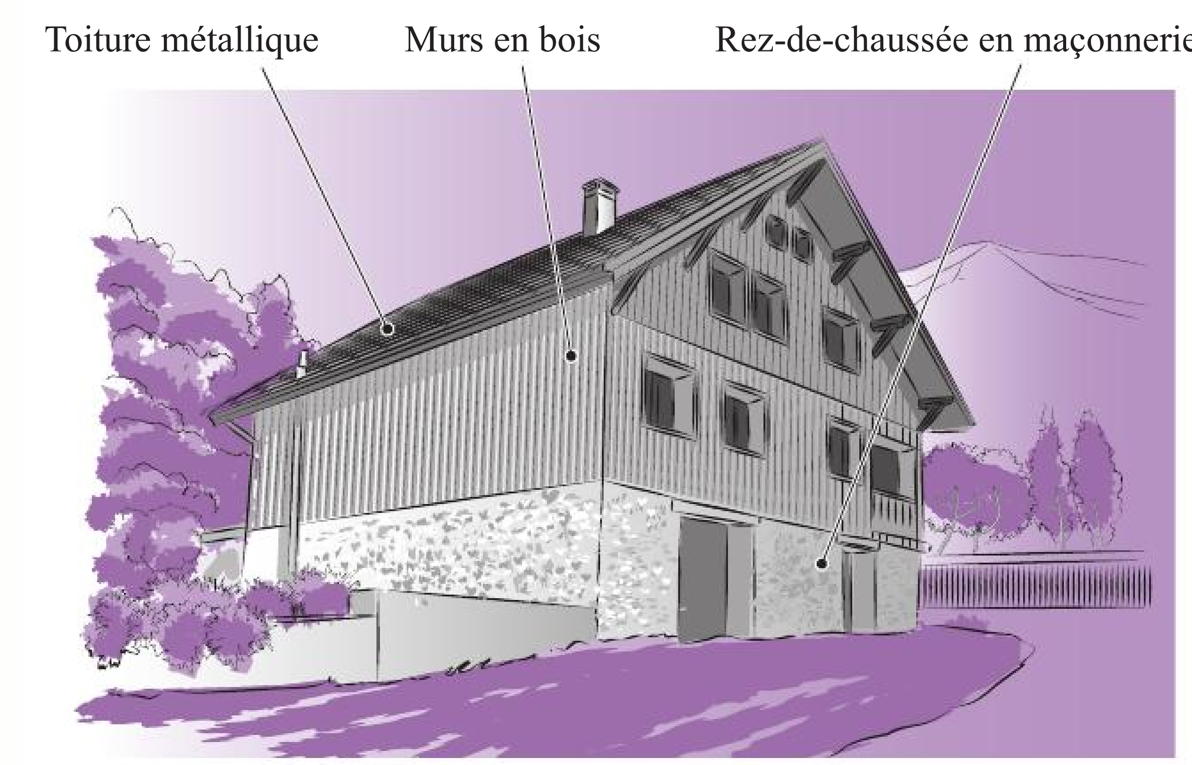
Alsace

Les maisons alsaciennes comportent des murs à ossature bois, remplis de torchis ou de briques et une toiture à forte pente en tuiles plates.



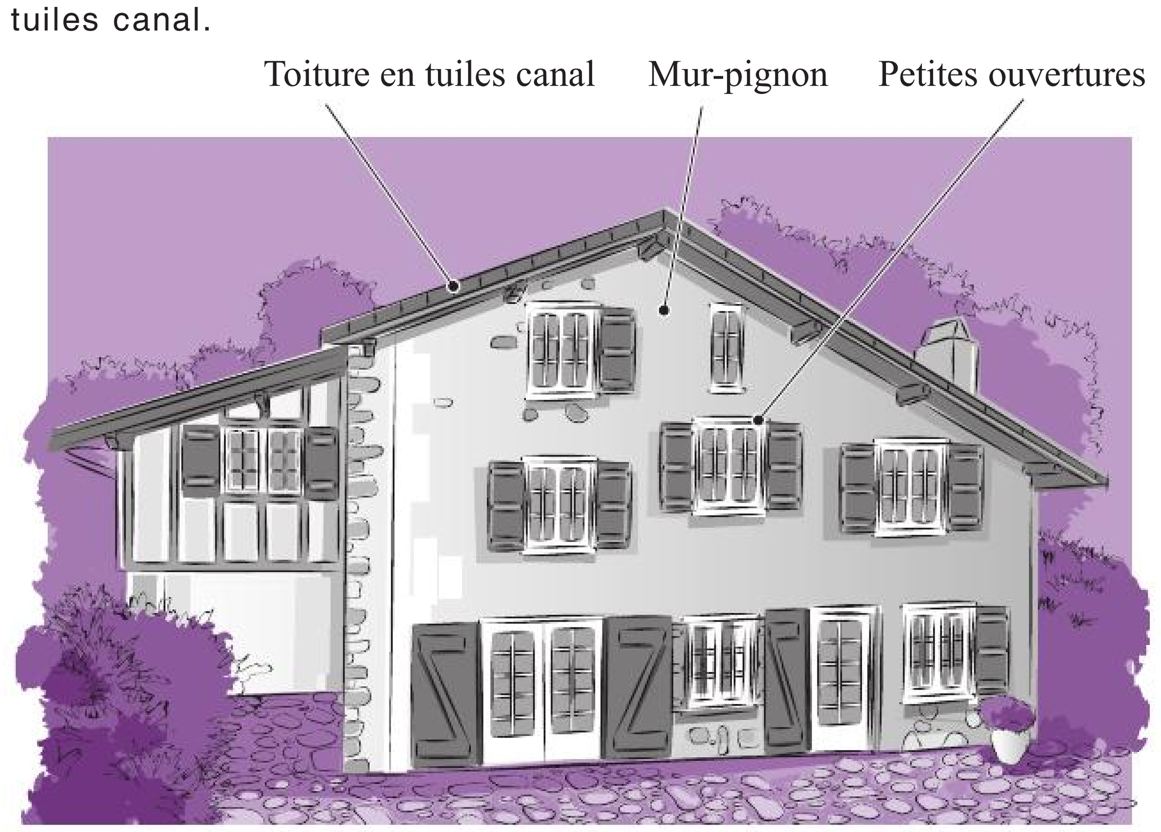
Savoie

Les maisons savoyardes ont des murs en bois et un toit à deux pans débordant en bardeaux de bois, d'asphalte ou en métal.



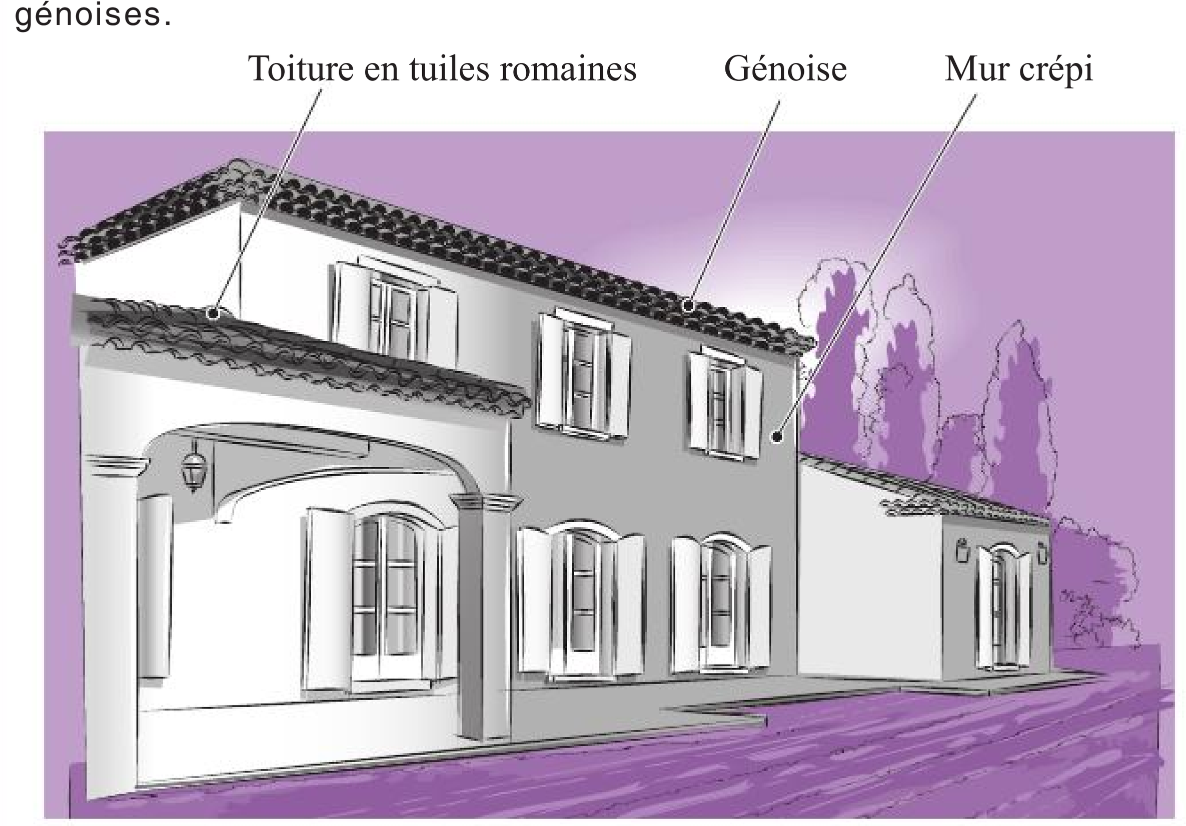
Pays basque

Ce type de maisons se caractérise par des murs-pignons avec ou sans colombages et des pans de toiture inégaux très débordants en tuiles canal.



Provence

Les maisons provençales ont des murs crépis ou en pierres sèches et des toitures peu pentues en tuiles romaines, avec ou sans génoises.



Immeubles d'habitation collectifs

Comment ça marche

De 1950 à nos jours, trois grandes périodes architecturales caractérisent la construction d'immeubles d'habitation dans la forme et le volume de l'immeuble, les technologies et les matériaux utilisés. Jusqu'en 1959 : reconstruction des centres-villes et densification des villes. De 1960 à 1974 : production en masse de logements confortables et de grands ensembles. De 1975 à 1984 : constructions d'après-crise marquées par une réduction de la taille des opérations et une évolution de la réglementation thermique.

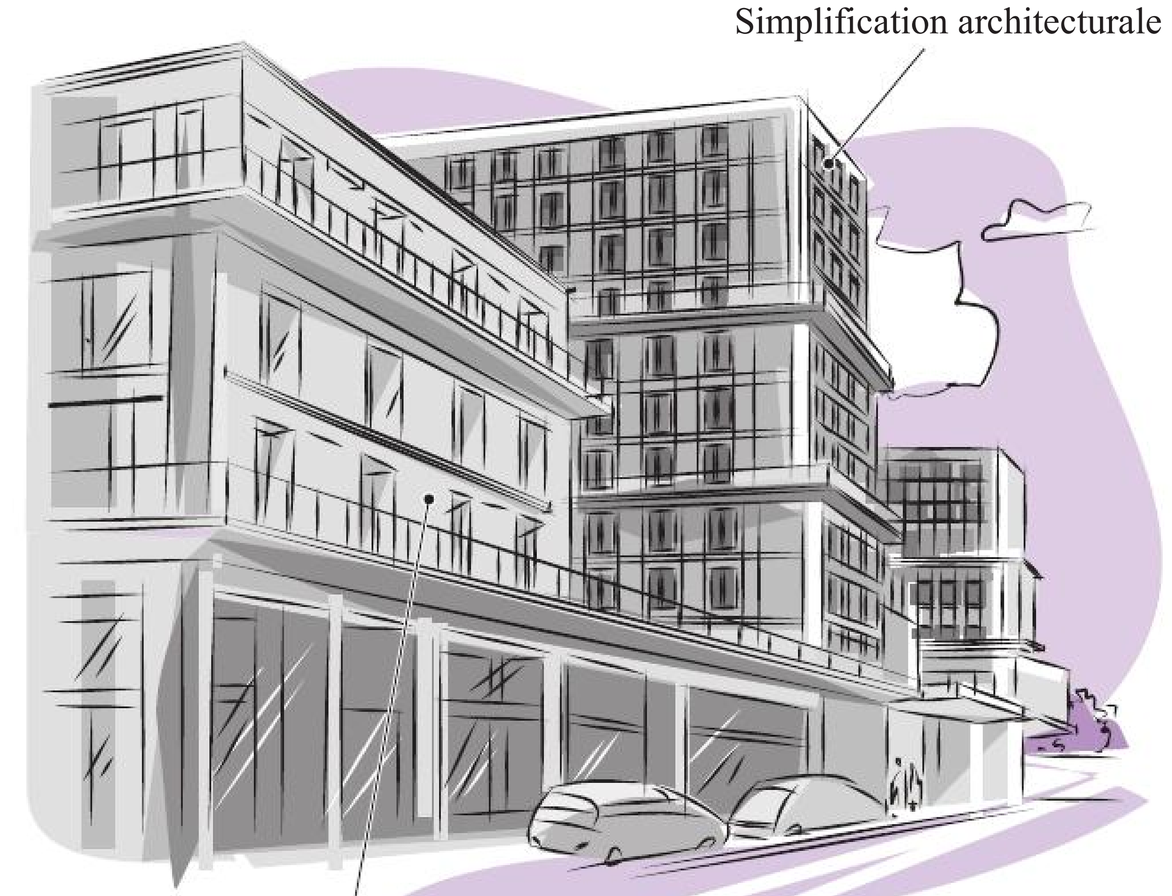
Architecture simple standardisée

Organisée autour de petites opérations de construction dans des quartiers périphériques, l'architecture simple et répétitive marque l'arrivée de l'industrialisation (1950 - 1959). Les éléments identifiants du cadre bâti (balcons et retraits) sont supprimés.



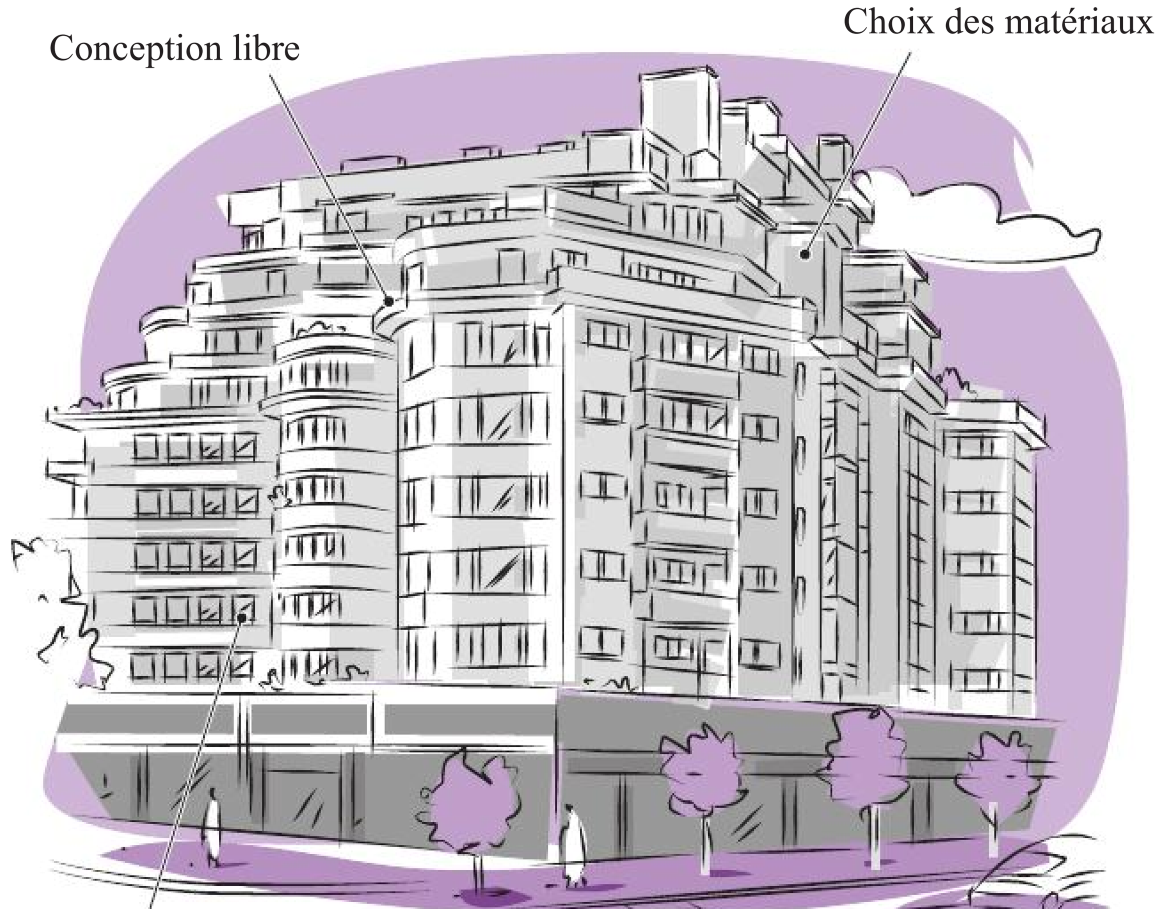
Grands programmes de centre-ville

Conçus dans le cadre d'opérations de reconstruction d'envergure et faisant appel à des architectes reconnus, les grands programmes de centre-ville (1950-1959) doivent respecter l'unité architecturale du quartier dans lequel ils sont implantés et ne pas altérer le caractère patrimonial de la ville.



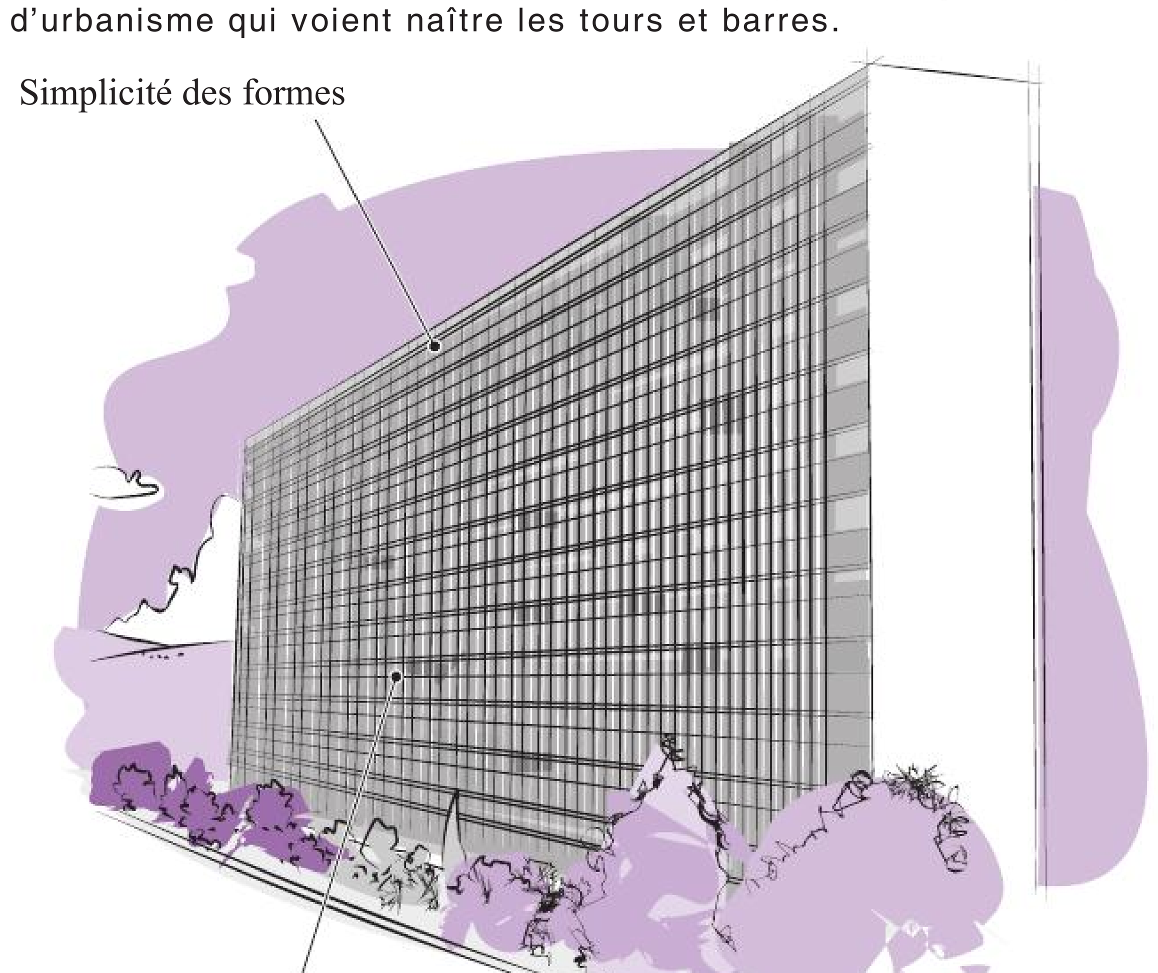
Architecture de grand confort

Ces immeubles de conception libre (1950 - 1959) auxquels sont associés des matériaux d'avant-garde (verre, acier, béton architectonique) sont localisés dans des quartiers à forte valorisation urbaine. Ils comportent certains signes extérieurs de richesse (façades, volumes et services associés).



Standardisation des procédés constructifs

La grande simplicité des formes de ces immeubles et le minimalisme des prestations permet une production industrielle (1960 - 1974). Ils sont situés en zone périphérique des villes ou dans des quartiers plus centraux recomposés. Ils font partie de grands plans d'urbanisme qui voient naître les tours et barres.



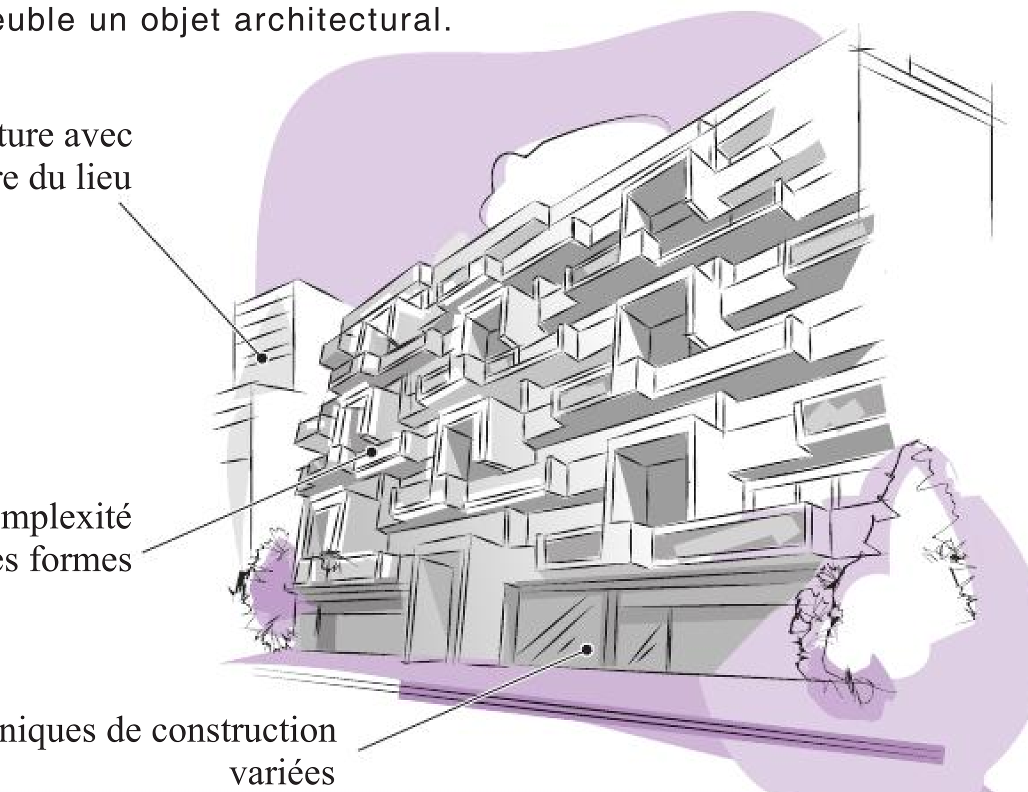
Déclinaisons architecturales variées

Constitués de cellules identiques et répétitives, ces immeubles (1960 - 1974) se distinguent par l'alternance de creux et de pleins.



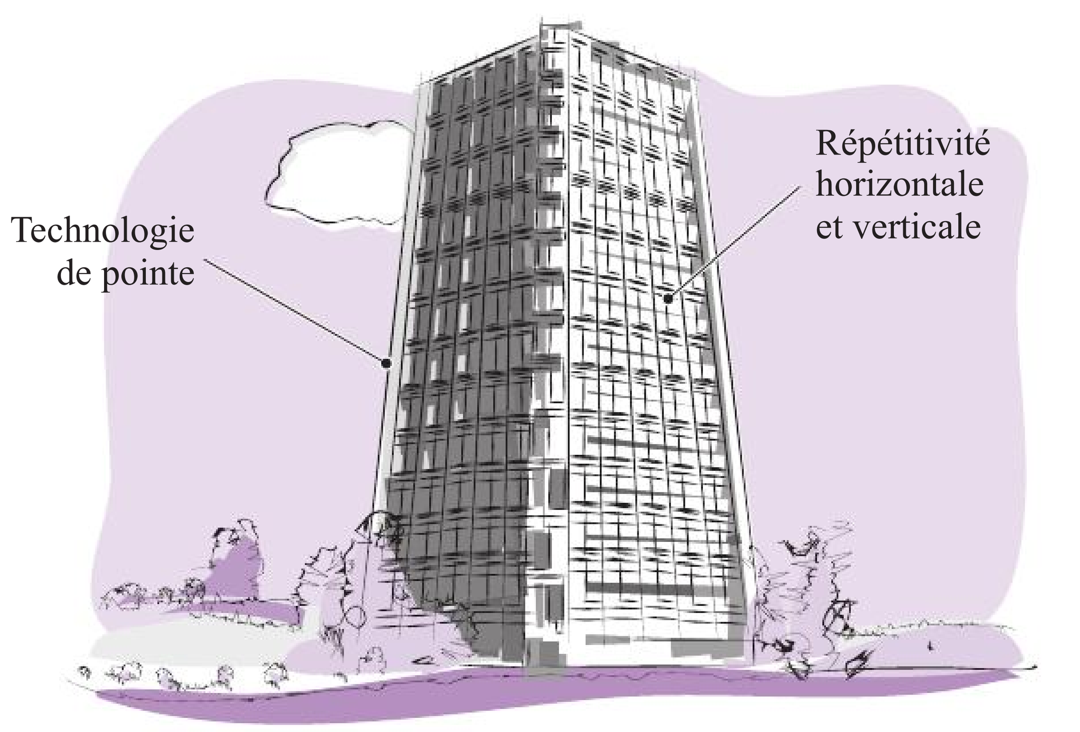
Liberté de conception

Ce style d'immeubles (1960 - 1974) présente une grande liberté de conception. Les façades très ouvragées, voire complexes, font de l'immeuble un objet architectural.



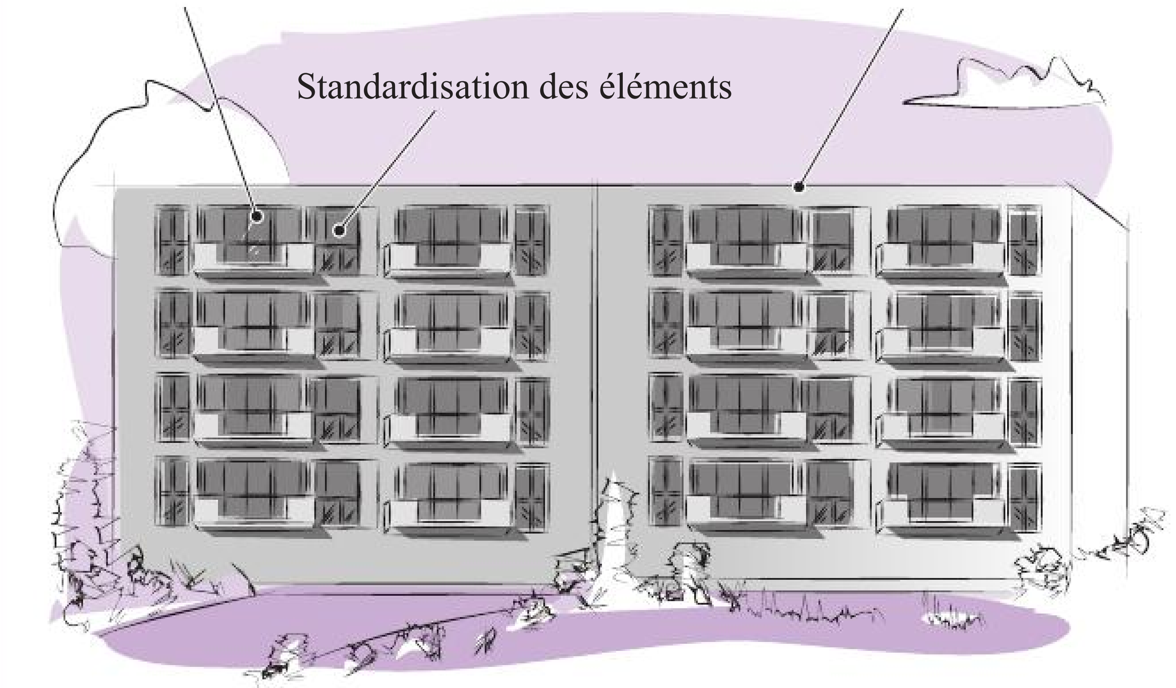
Immeubles de grande hauteur (IGH)

Les IGH (1960 - 1974) sont des tours d'une hauteur supérieure à 50 m, comportant souvent plus de vingt étages et soumises à des réglementations spécifiques notamment vis-à-vis du risque incendie.



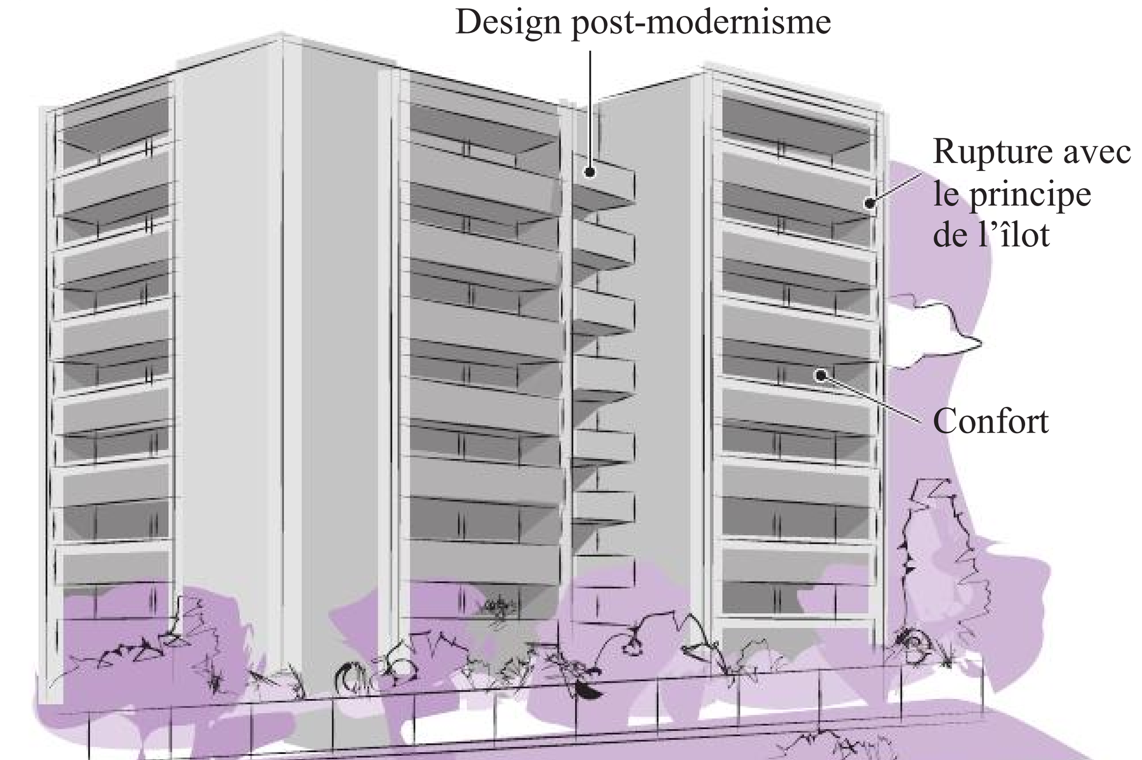
Architecture de facture économique

La réglementation thermique et les évolutions réglementaires (1975 - 1984) sont liées aux contraintes de rentabilité des projets.



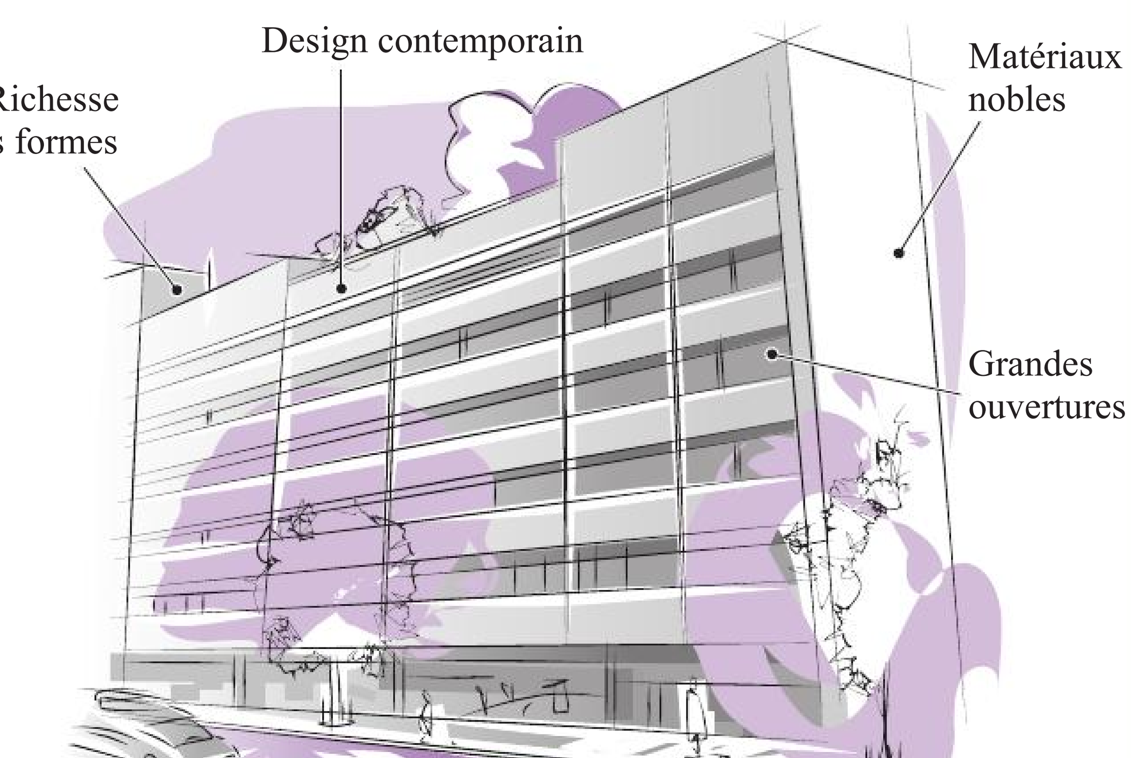
Conception élaborée

Une rupture avec la standardisation est assurée par une variété architecturale et l'ajout de balcons et loggias en prolongement des séjours (1975 - 1984).



Architecture contemporaine

De 1984 à nos jours, les immeubles présentent une façade harmonieuse avec de très grandes ouvertures sur l'extérieur.



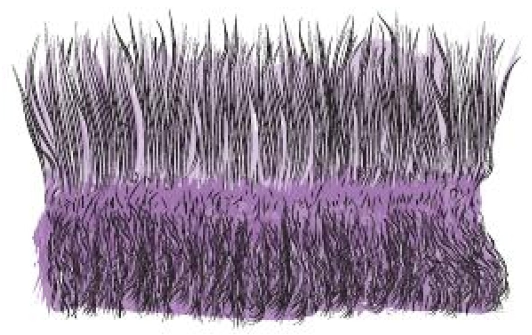
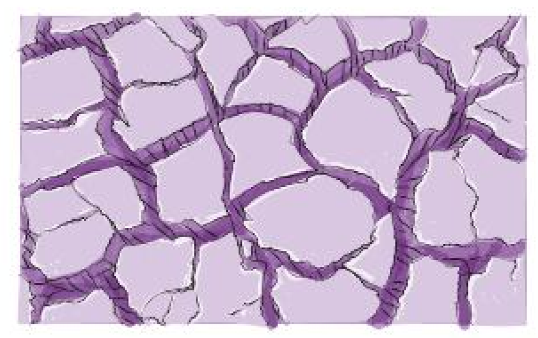
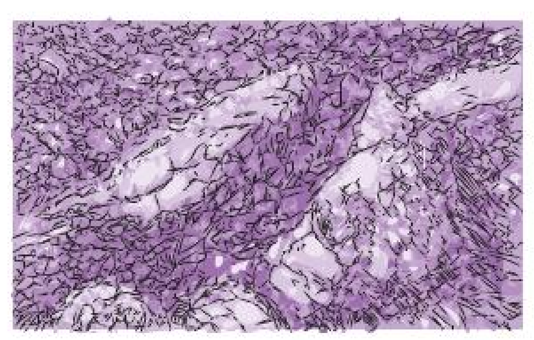
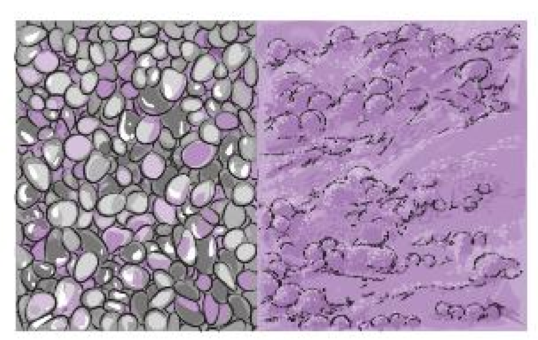
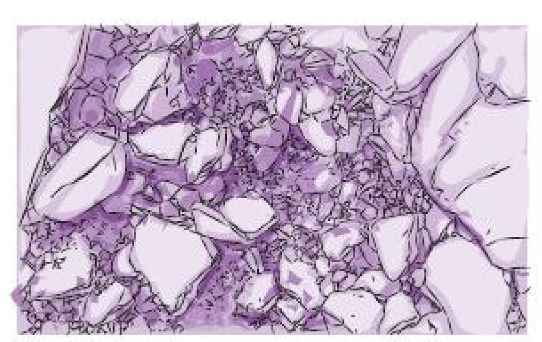
Comment ça marche

Reconnaissance des sols

L'étude de sol est une étape préliminaire importante et coûteuse, qui permet de s'assurer que le sous-sol est propre (non pollué) et suffisamment stable pour servir d'assise aux fondations d'un bâtiment. Un sondage réalisé avec un godet de pelleteuse peut parfois suffire mais seuls des essais *in situ* ou l'étude en laboratoire d'échantillons géologiques extraits par carottage permettent de déterminer avec précision la composition du sous-sol et de définir le type de fondations qui pourra assurer la pérennité de la construction.

Natures des sols

Non obligatoire, l'étude de sol est vivement recommandée en cas de doute car un terrain constructible n'est pas obligatoirement de qualité suffisante (présence de remblais, couches instables, pollutions, etc.).

Nature du sol	Risque induit	Nature du sol	Risque induit
 Terre végétale	La terre végétale ne peut servir d'assise aux fondations d'un bâtiment, ni même d'une maison. Composée de matières organiques, elle est susceptible de se tasser sous son propre poids. Elle doit être enlevée sur l'emprise de la construction et mise de côté pour être réemployée lors de l'aménagement des espaces verts et du jardin.	 Sol argileux	Les sols argileux sont plastiques et imperméables. Ils portent bien mais s'amollissent et perdent de leur portance lorsqu'ils sont très humides. Ils gonflent ou se rétractent selon les saisons, ce qui peut causer des désordres aux constructions. Lorsque les couches argileuses sont proches de la surface, un drainage doit être mis en place pour éviter les remontées d'humidité.
 Limons	Les limons sont des sols fins d'origines diverses qui sont sensibles à l'eau. Leur portance variant selon leur humidité, ils constituent des sols de fondation médiocres. Une étude géotechnique permet de définir le type de fondations et les renforcements de structure nécessaires à la construction envisagée.	 Graviers, sables	Les graviers et les sables, lorsqu'ils sont secs et ne contiennent pas d'argile, se caractérisent par une perméabilité importante et une absence de cohésion : leur tassement sous une charge est quasi instantané. Soumis à des circulations d'eau, les sables peuvent avoir un comportement liquide. Ils reposent parfois sur des couches de sols médiocres, susceptibles de se tasser.
 Roches	Les massifs rocheux sont rarement homogènes en raison des irrégularités de structure qu'ils comportent. Afin d'asseoir les fondations sur un sol homogène, l'implantation et le terrassement doivent être particulièrement étudiés. Dans le cas de roches exploitables, attention aux anciennes carrières, éventuellement remblayées ou souterraines.	 Remblais	Les remblais rapportés sur un terrain sont souvent médiocres, hétérogènes et peu compacts. Ils sont rarement utilisés pour servir de sol de fondation. Selon leur épaisseur, la solution la plus fréquemment mise en œuvre consiste à faire pénétrer les fondations à travers la couche de remblais pour les asseoir sur le bon sol ou sur des couches profondes plus résistantes.

Principales natures des sols

Examen visuel du sol

Un premier examen visuel de la surface du terrain peut renseigner l'acquéreur sur la qualité du sol ; par exemple, s'il contient peu ou beaucoup d'eau. Creuser à 30 cm à l'aide d'une pelle permet d'avoir une vue d'ensemble de la couche superficielle, mais creuser plus profondément permet d'avoir une meilleure appréciation des propriétés du sol. Il peut être nécessaire de creuser plusieurs trous, où la végétation est dense et où elle l'est moins, laissant supposer un sous-sol plus pauvre, composé de remblais par exemple.



Le terrain contient peu d'eau, il est ferme et solide.



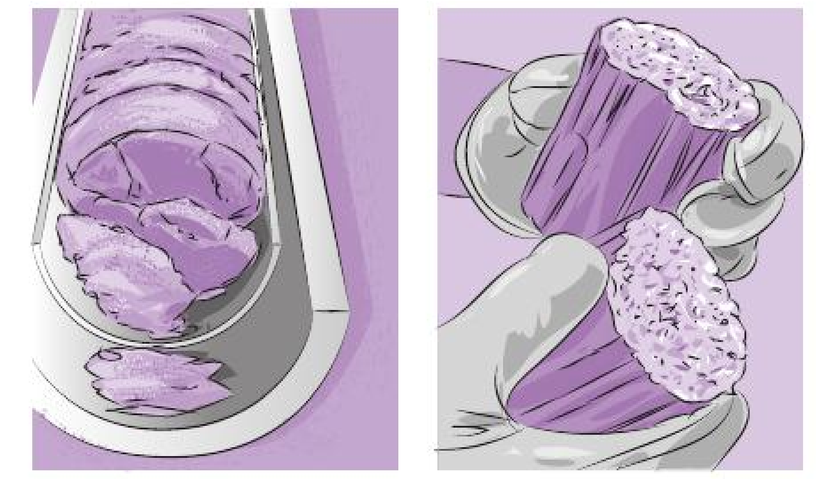
Le terrain contient plus d'eau, il devient plastique et les chaussures laissent des traces sur le sol.



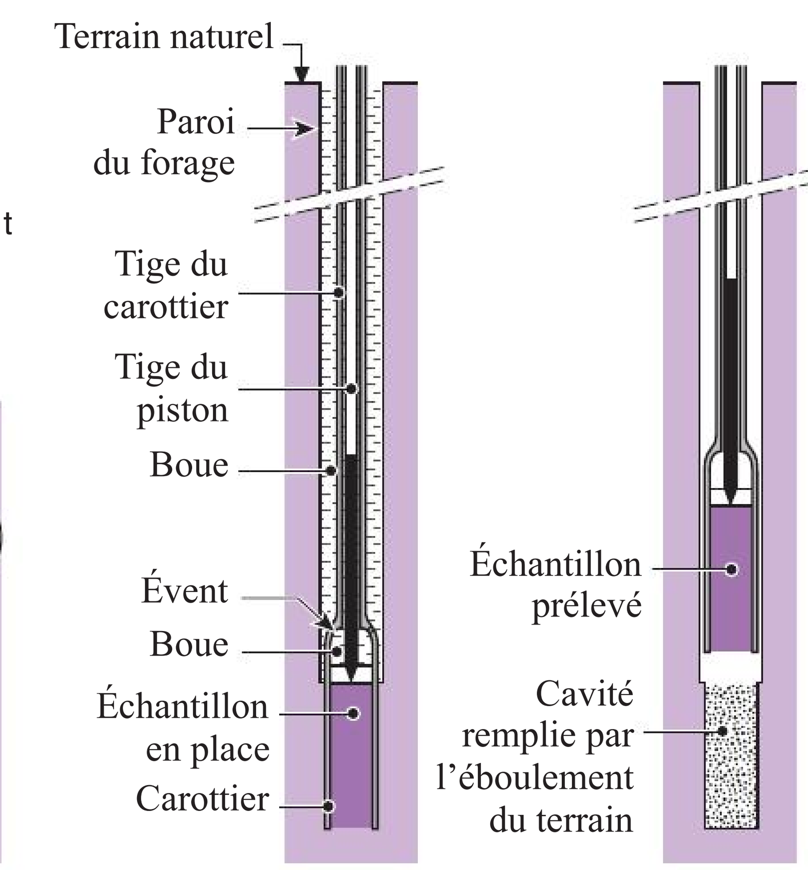
Le terrain contient beaucoup d'eau, il devient liquide et les bottes s'enfoncent dans la boue.

Prélèvement d'échantillons de sol

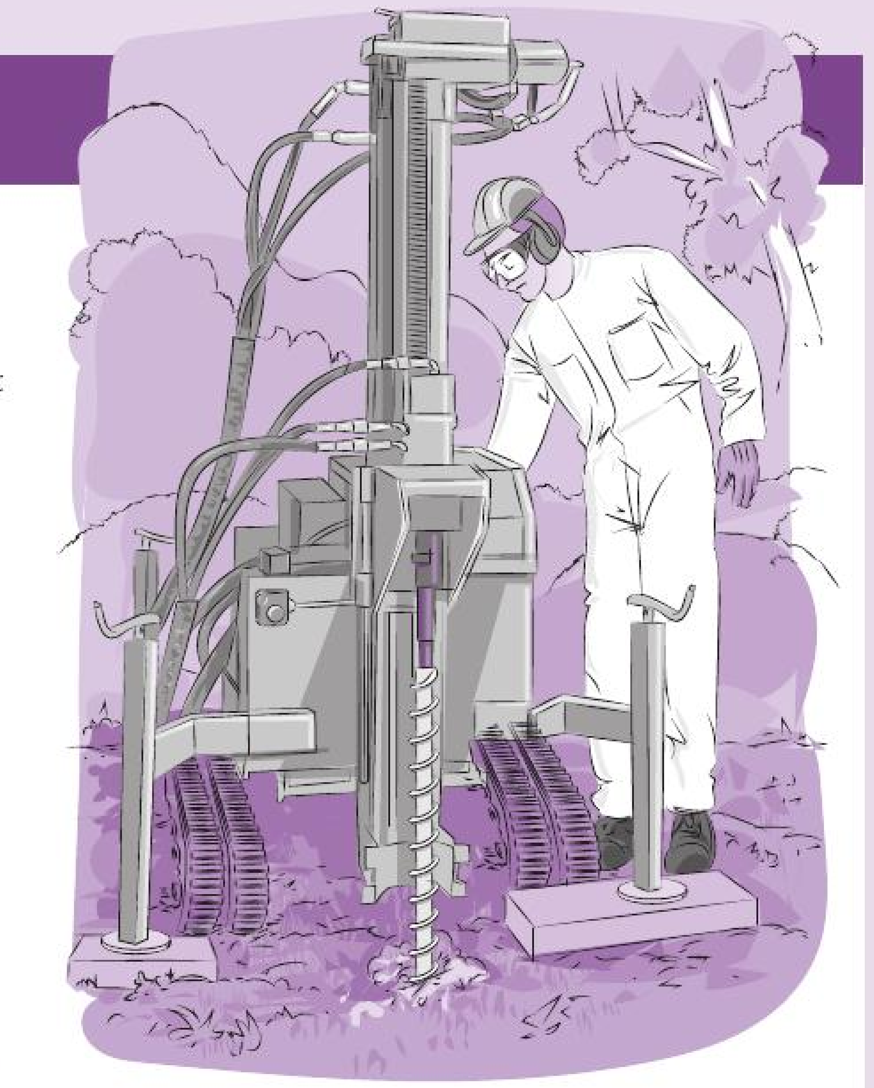
Les prélèvements d'échantillons par sondages mécaniques sont réalisés sur des forages de faible diamètre au moyen de carottiers (b) qui permettent d'obtenir des échantillons non remaniés appelés carottes (a). Des sondages destructifs à la tarière (c) ou au trépan donnent des échantillons remaniés qui peuvent être suffisants pour déterminer les caractéristiques du terrain.



a **Échantillons de sol obtenus par carottage**



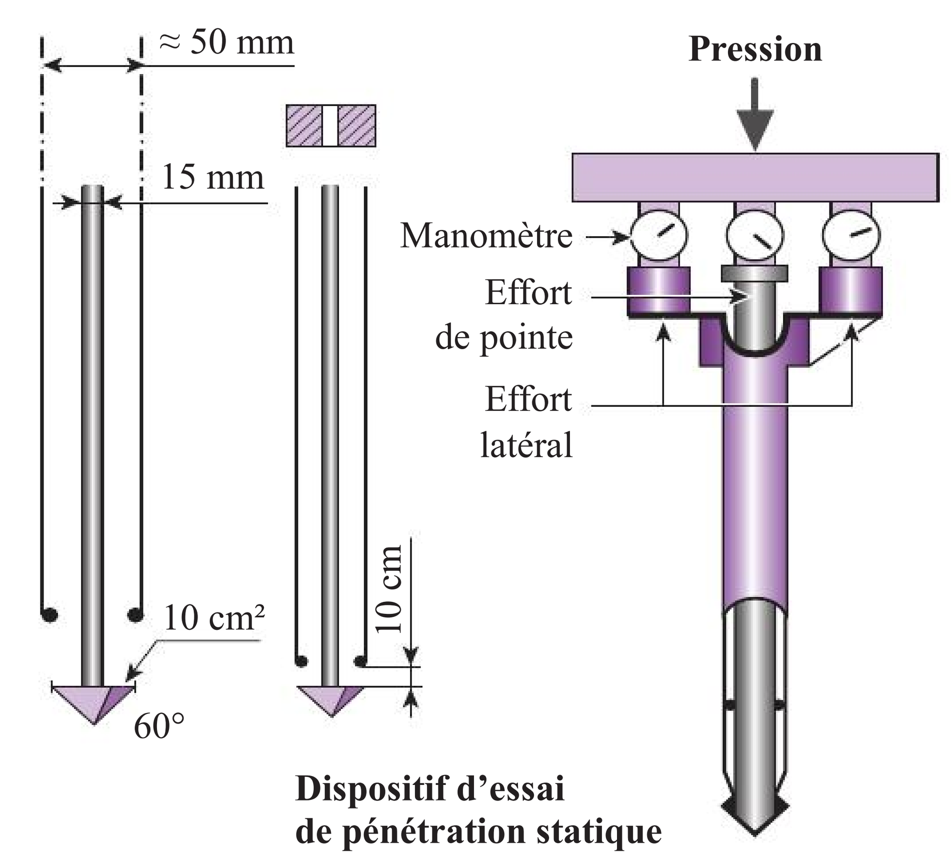
b **Principe du carottier**



c **Foreuse sur chenilles**

Essais mécaniques in situ

Les essais mécaniques *in situ* permettent de limiter les essais en laboratoire et les sondages carottés très onéreux. Ils sont réalisés au moyen de pressiomètres, ou de dispositifs d'essai de pénétration statique ou dynamique.



Dispositif d'essai de pénétration statique

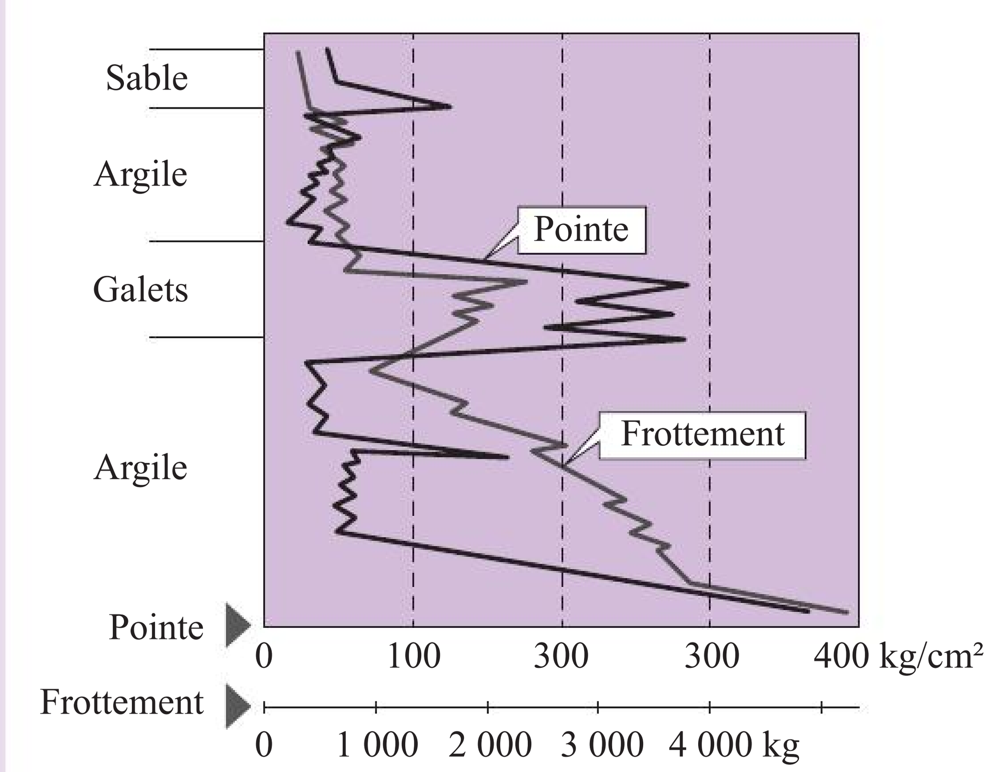


Diagramme des mesures d'essai de pénétration statique

Exploitation des résultats

Les résultats se matérialisent sous la forme d'un « carnet de sondages » qui détaille l'emplacement des sondages ainsi que les coupes géologiques correspondantes (nature, position, épaisseur, tassement, etc.).

Profondeur (m)	Coupe lithologique
0,00 – 3,20	Remblai
3,20 – 4,30	Limon sableux jaune - marron
4,30 – 8,50	Sable légèrement graveleux
8,50 – 10,00	Graviers sableux
10,00 – 10,50	Sable graveleux
10,50 – 11,80	Graviers cimentés humides
11,80 – 13,50	Ciment (injection)
13,50 – 16,60	Sable
16,60 – 18,00	Sable et graviers

Eau : 7,47 — Tubage : Ø 68/83 — Outil de sondage : Taillant Ø 64

E (1 cm = 100 bars)	*pf* (bars)	*pl* (bars)	*p0* (bars)	*pl·p0* (bars)
21	1,0	3,0	0,1	2,9
163	8,5	12	0,2	11,8
35	4,9	11,7	0,3	11,4
19	3,0	6,5	0,4	6,1
109	7,3	13,7	0,5	13,2
148	22	≥ 22	0,6	≥ 22
798	23,9	> 30	0,7	> 30
368	23	30	0,8	29,2
407	23,3	30	1,0	29
121	12,9	20,5	1,1	19,6
94	16,5	≥ 16,5	1,3	≥ 16
124	22,6	≥ 22,6	1,4	22,6
136	22,7	≥ 22,7	1,6	≥ 22,7
7	1,9	2,9	1,7	1,2
66	4,6	10,8	1,9	8,9
144	23,5	≥ 23,5	2,0	≥ 23,5
263	23,8	30	2,2	27,8
250	23,9	30	2,3	27,7

E - Module de déformation
pf - Pression de fluage
pl - Pression limite ou résistance limite de butée latérale
p0 - Pression initiale horizontale des terres au repos

Extrait d'un carnet de sondage

Comment ça marche

Mesures topographiques

La mesure ainsi que la détermination des altitudes et des angles sont des composantes majeures de l'activité topographique. Celle-ci permet d'effectuer des relevés et de procéder au report des repères et objets sur le plan ou la carte de la zone relevée. Sur les plans topographiques, seule est dessinée la planimétrie, c'est-à-dire la représentation de la projection du terrain sur un plan horizontal. L'altimétrie est indiquée par une valeur de l'altitude du point.

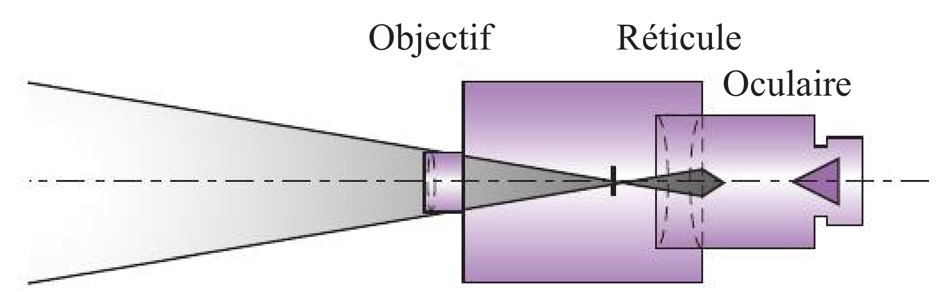
Les appareils de topographie

Les théodolites et tachéomètres permettent la lecture des angles horizontaux (azimut) et verticaux (zénith) ainsi que celle des niveaux et distances par lecture sur la mire verticale. Ils sont généralement constitués :
- de l'oculaire, placé du côté de l'œil, et de lentilles qui agrandissent l'image de visée ;
- de l'objectif qui renvoie une image renversée de l'objet visé ;
- du réticule, plaque de verre qui comporte deux fils stadimétriques (haut et bas) équidistants par rapport à la croisée centrale.

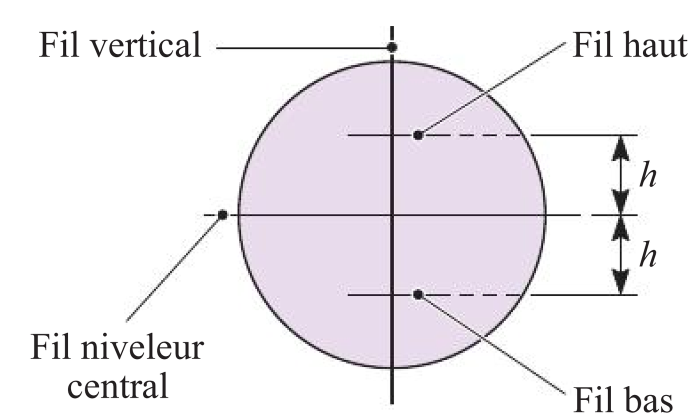
Les appareils électroniques, connectés à un ordinateur, permettent d'effectuer :
- une mise en station par rayon laser rouge visible ;
- des cheminements, des alignements horizontaux et verticaux, des surfaçages ;
- un relevé des angles, distances et dénivelés ;
- une implantation d'ouvrage ou des contrôles de réalisation ;
- un affichage direct des valeurs ou une impression sur table traçante.



Mise en station sur un point par rayon laser visible



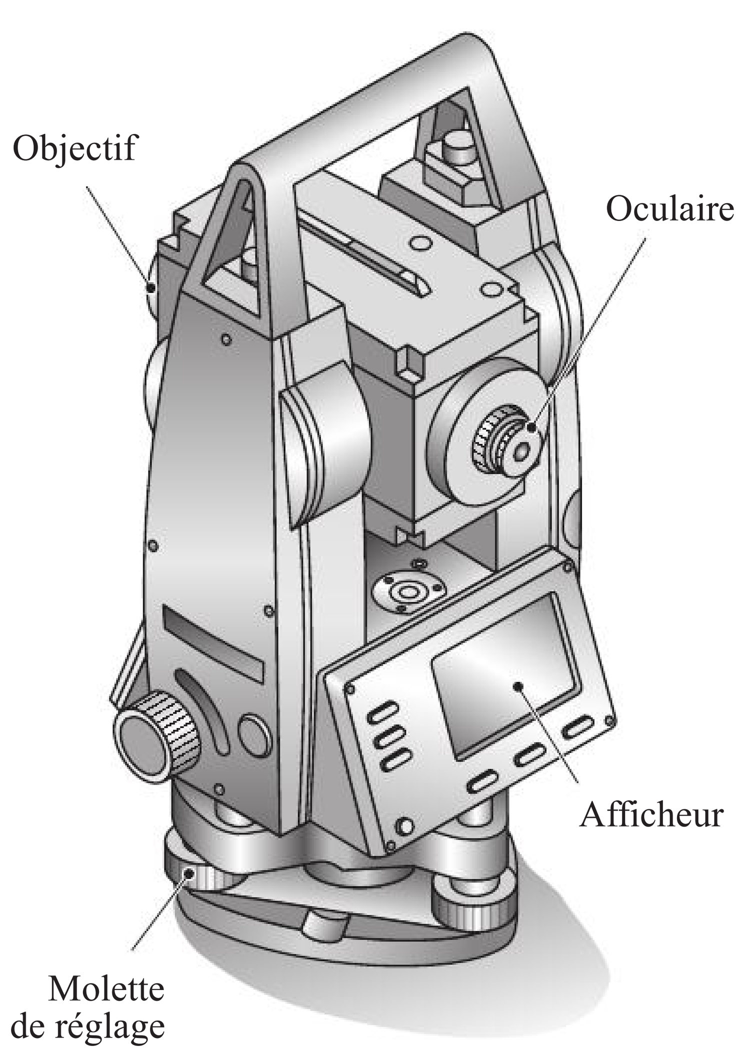
Lunette optique



Réticule à fils stadimétriques

Le tachéomètre

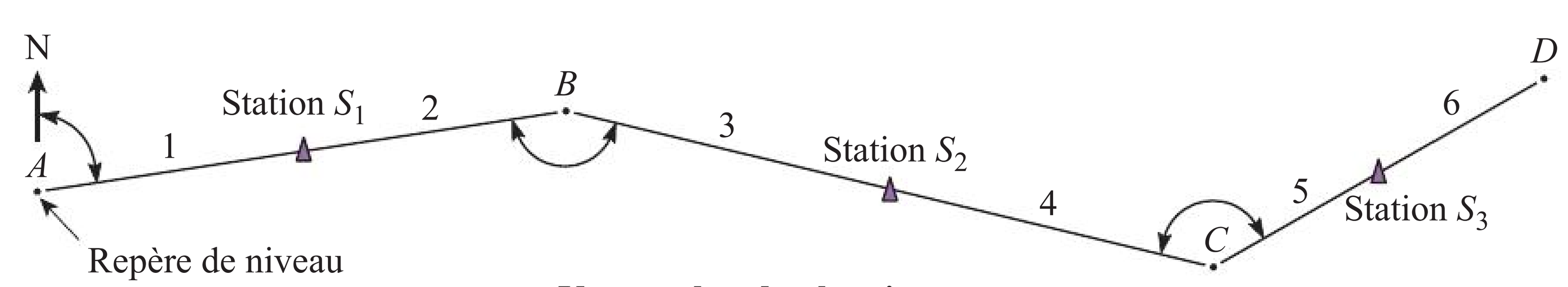
Tachéomètre électronique de mesures (angles, distances, niveaux).



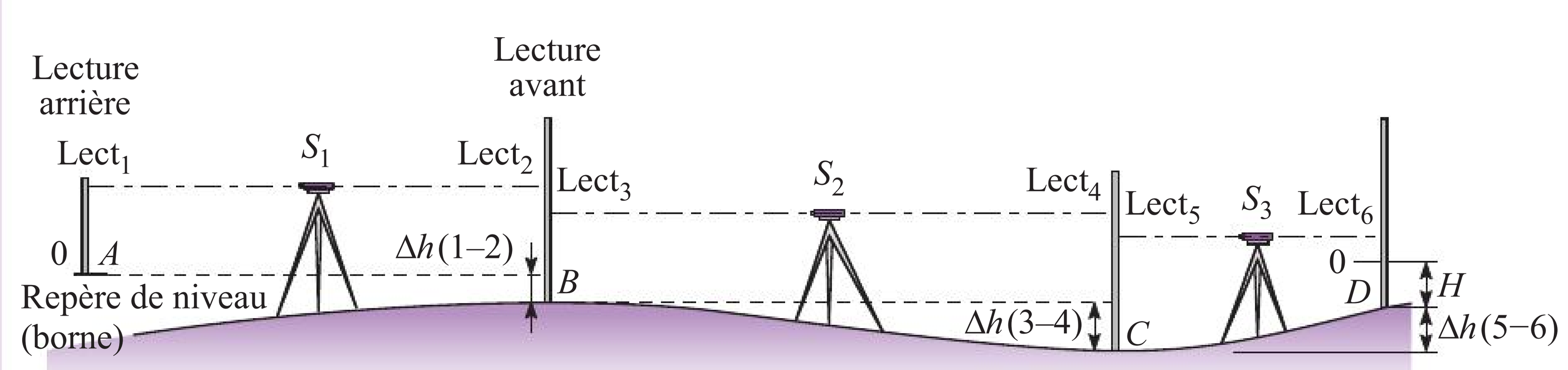
Mesures de cheminement

En partant d'un point connu sur une ligne polygonale, chaque point du cheminement est défini par progression depuis le point précédent, par le gisement et le segment de droite qui relie chaque point au précédent. Lors de la mesure du cheminement, la dénivelée ou différence de niveau entre les points est obtenue en effectuant la somme algébrique des cotes lues sur la mire avant-arrière à chacune des stations :

$$\sum \text{lecture arrière-lecture avant} : \sum \text{dénivelés soit } H = (\text{lect}_1 - \text{lect}_2) + (\text{lect}_3 - \text{lect}_4) + (\text{lect}_5 - \text{lect}_6)$$



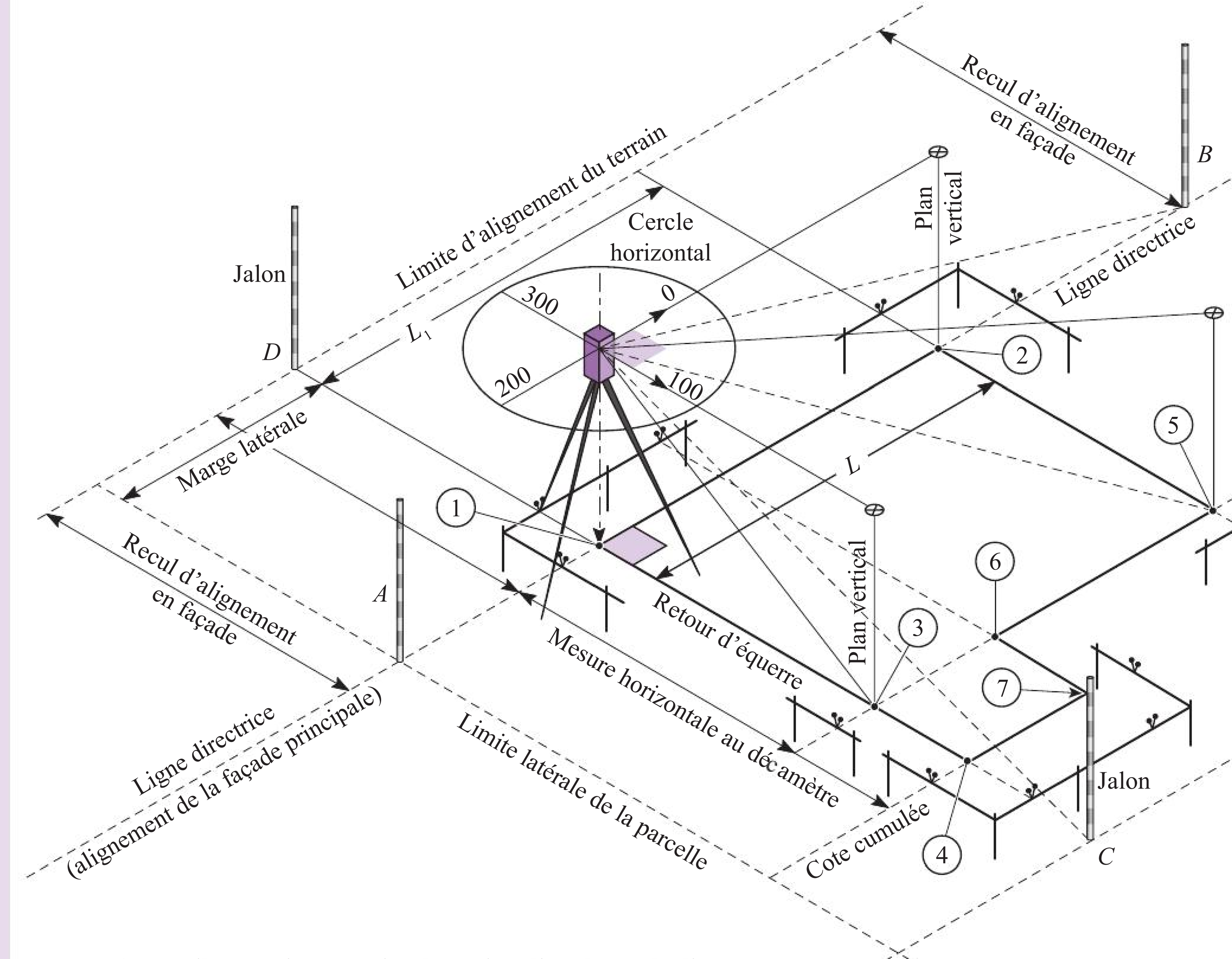
Vue en plan du cheminement



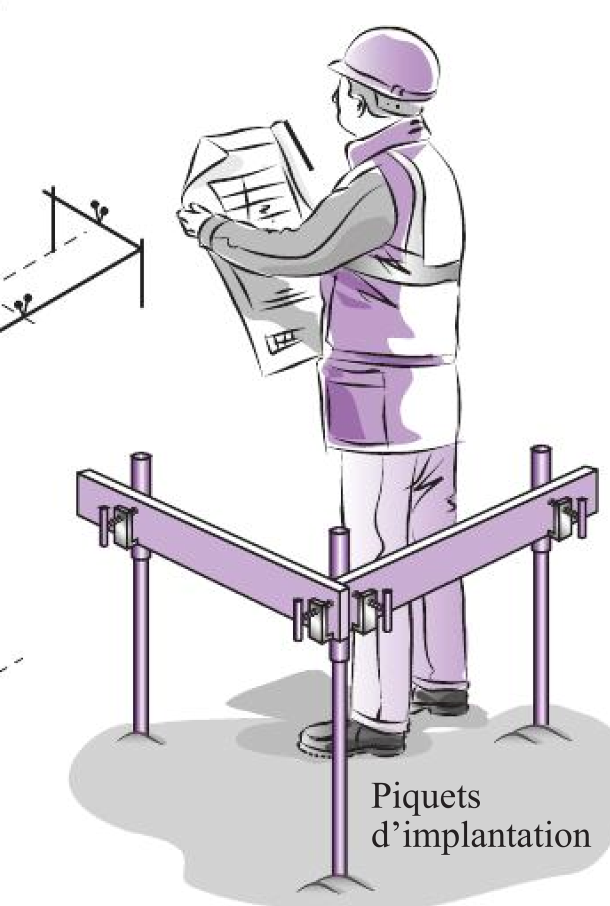
Profil du nivellement

Implantation des ouvrages

Le plan d'implantation d'un ouvrage résulte des études de conception. À l'inverse du lever de terrain, il précise sur un fond de plan topographique orienté la position des ouvrages en planimétrie et en calage d'altitude par rapport à des repères *in situ* (bornage, alignement, etc.). Le report sur le terrain conduit au piquetage linéaire, latéral ou périphérique des fondations de l'ouvrage, emprise de terrassements, etc., au moyen de piquets et de chaises d'implantation numérotés, solidement fixés au sol et dont les têtes sont raccordées aux repères en plan et en altitude.



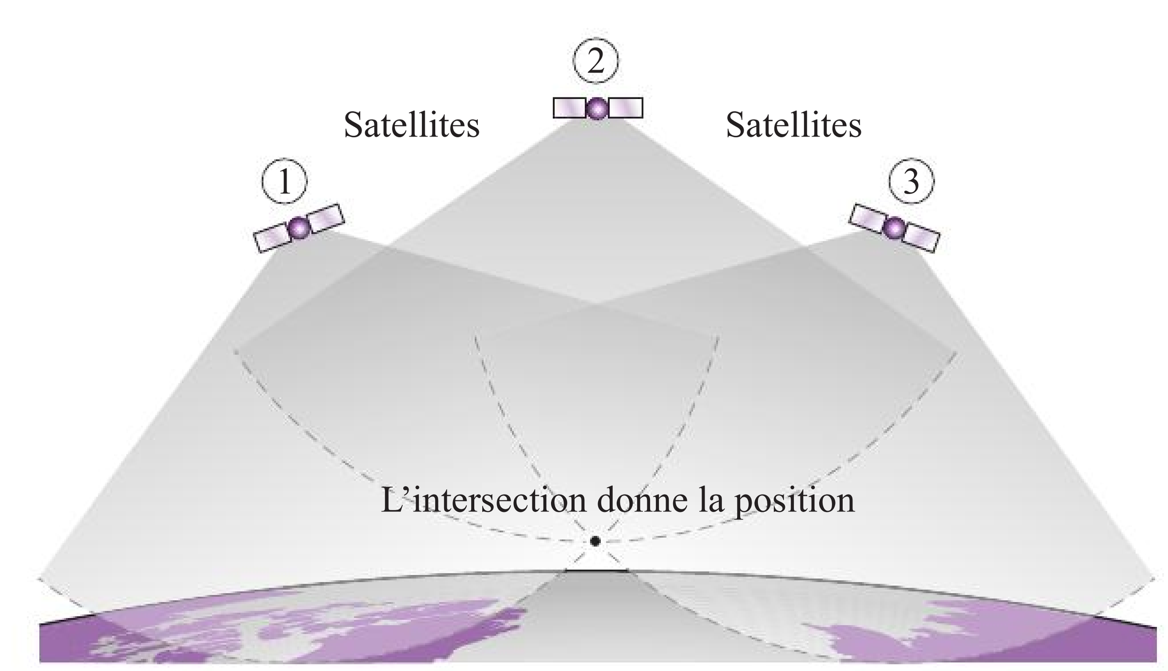
Appareil en station pour implantation d'angles et de distances



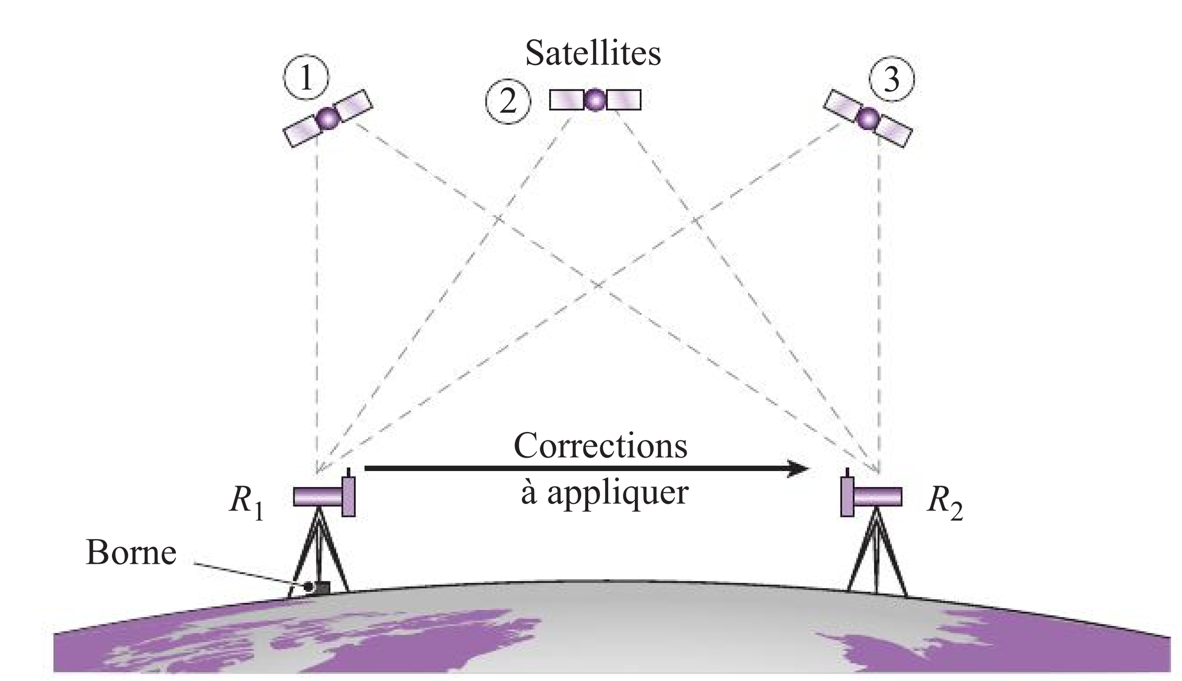
Chaise d'implantation

Mesures par GPS

Le GPS (*Global Positioning System*) est constitué de 31 satellites. Chaque satellite transmet avec précision les informations relatives à sa position par rapport au récepteur GPS qui reçoit ces informations et en déduit la position de son utilisateur. Pour les différents travaux topographiques qui exigent une précision centimétrique (délimitation de propriétés, contrôle d'ouvrages, etc.), les géomètres topographes utilisent un mode de positionnement différentiel qui permet de comparer, à l'aide de deux récepteurs GPS communiquant entre eux, les coordonnées reçues des satellites et celles d'un point connu situé au sol. Les écarts résultants du récepteur R_1 sont transmis au récepteur R_2 qui les applique à ses propres coordonnées et les corrige. Les professionnels se réfèrent aux points géodésiques du réseau de bornes IGN qui précise leurs coordonnées.



Position fixe de repérage du réseau de satellites



Mode de positionnement différentiel

Implantation des bâtiments

Comment ça marche

L'implantation d'un bâtiment implique de choisir son emplacement et son orientation. L'emplacement optimal est celui qui offre la meilleure vue et dont l'orientation est idéale sans aucun risque pour la construction. L'implantation doit tenir compte de la situation de la construction et des risques sous-jacents liés au terrain qui peuvent être une source de désordres : inondation, éboulement, glissement, tassement, affaissement, etc.

Situation de la construction

La situation d'une construction au regard de son exposition aux intempéries (pluie battante, vent de pluie, etc.) dépend de :
- sa situation générale selon la norme NF EN 1991-1-4 (a) ;
- sa hauteur pour les maisons individuelles ou les petites constructions (b) ;
- l'abri apporté par des constructions voisines ou un relief situé à proximité (effet de masque) (c).



Catégorie 0
Mer ou zone côtière exposée aux vents de mer.

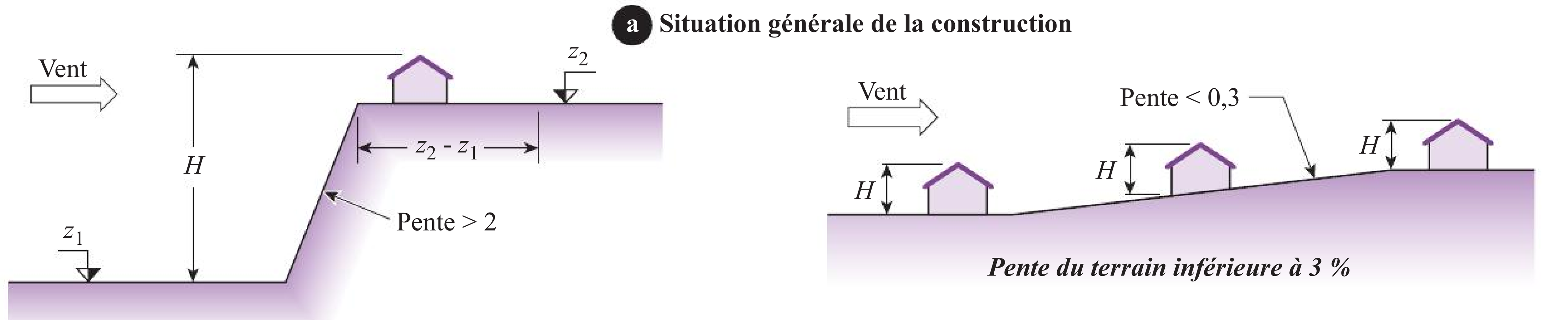
Catégorie I
Lac ou zone à végétation négligeable et libre de tout obstacle.

Catégorie II
Zone à végétation basse à obstacles isolés (arbres, bâtiments) espacés d'au moins 20 fois leur hauteur.

Catégorie III
Zone à couverture végétale régulière, ou des bâtiments ou des obstacles isolés de moins de 20 fois leur hauteur (villages, forêts).

Catégorie IV
Zone avec au moins 15 % de la surface construite, dont la hauteur moyenne dépasse 15 m.

a Situation générale de la construction

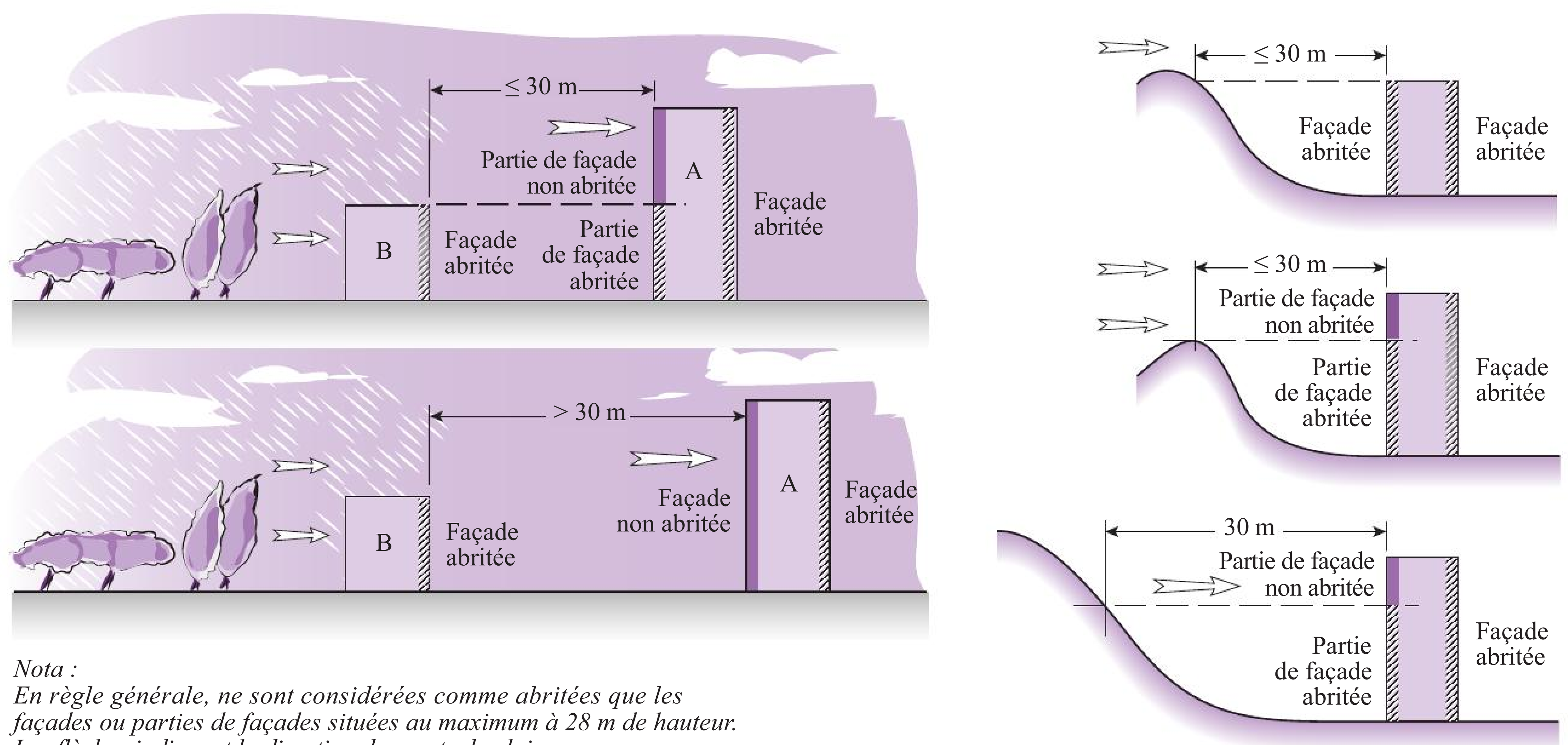


Pente du terrain supérieure à 20 %

Pente du terrain inférieure à 3 %

Lorsque la construction se situe sur un terrain de pente supérieure à 20 %, la hauteur H retenue pour l'impact du vent tient compte du dénivelé global.

b Hauteur des maisons individuelles et des petites constructions

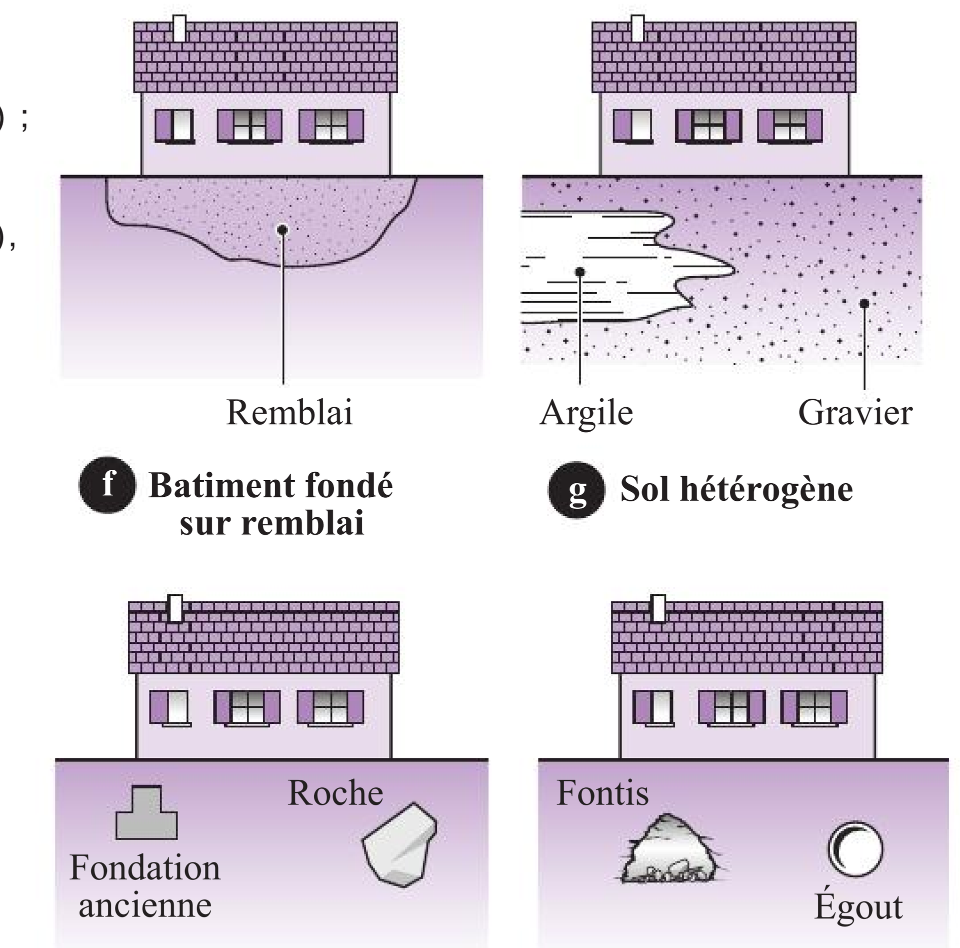


Nota :
En règle générale, ne sont considérées comme abritées que les façades ou parties de façades situées au maximum à 28 m de hauteur.
Les flèches indiquent la direction des vents de pluie.

c Façades abritées ou non abritées

Implantations à risques

Lorsque les sols ou les implantations à risques sont mal identifiés, les mouvements et tassements des sols provoquent des désordres qui s'aggravent au fur et à mesure de la succession des cycles climatiques. Sont distingués :
- les risques de glissement de terrain (a), amplifiés par les fouilles (b), et les remblais (c) ; ils sont indiqués par la position des éléments en surface (d) ;
- les risques d'éboulement (e) ;
- les risques d'affaissement et de tassement dus aux remblais (f), à un sol hétérogène (g), à la présence de points durs (h) ou de cavités (i).

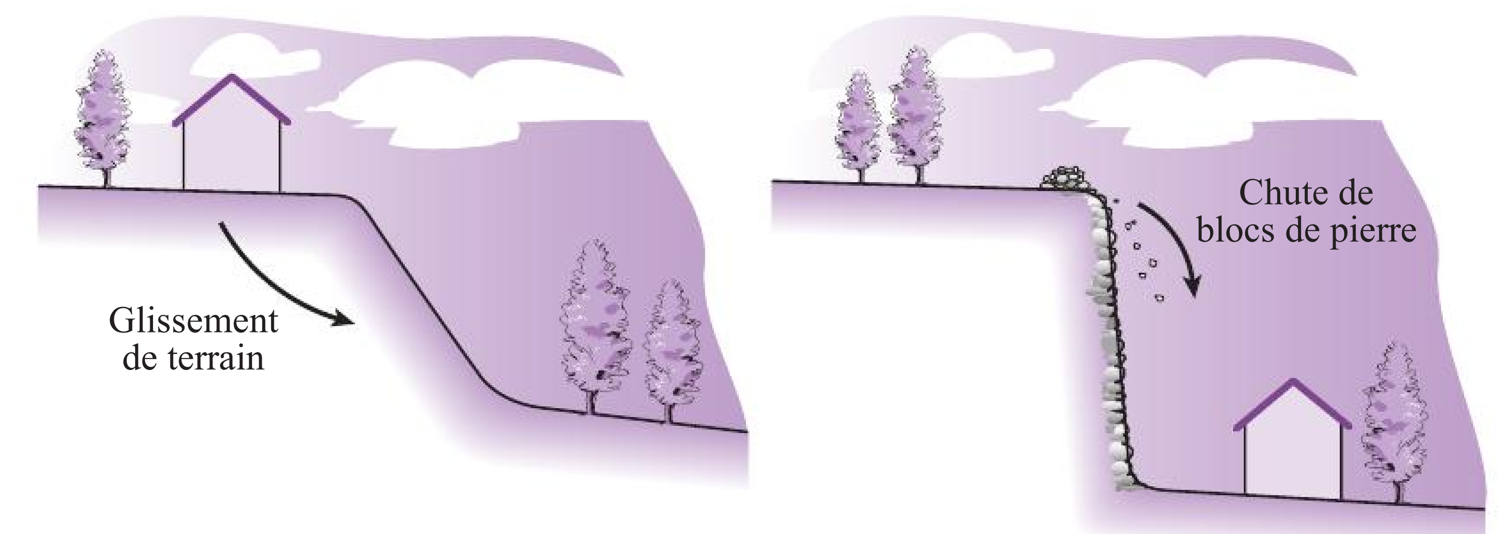


f Batiment fondé sur remblai

g Sol hétérogène

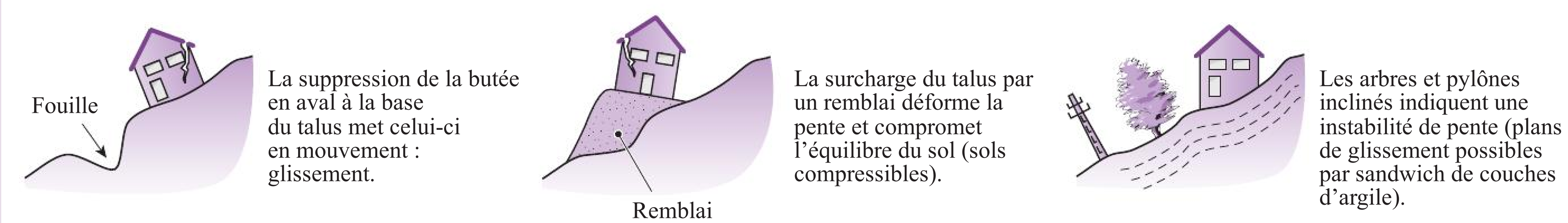
h Présence de point durs dans le sol

i Cavités dans le sol



a Voisinage des crêtes de talus ou bord de falaise : amplification des risques de glissement

e Voisinage des pieds de talus ou de falaise : risque de chute de blocs rocheux



b Rupture d'équilibre de talus par fouille

c Rupture d'équilibre de talus par remblai

d Ondulation du sol

Risques d'inondation

Un terrain plat peut constituer une cuvette indiscernable qui se remplit d'eau lors des orages (a). Des précipitations importantes peuvent élever le niveau des cours d'eau (b).



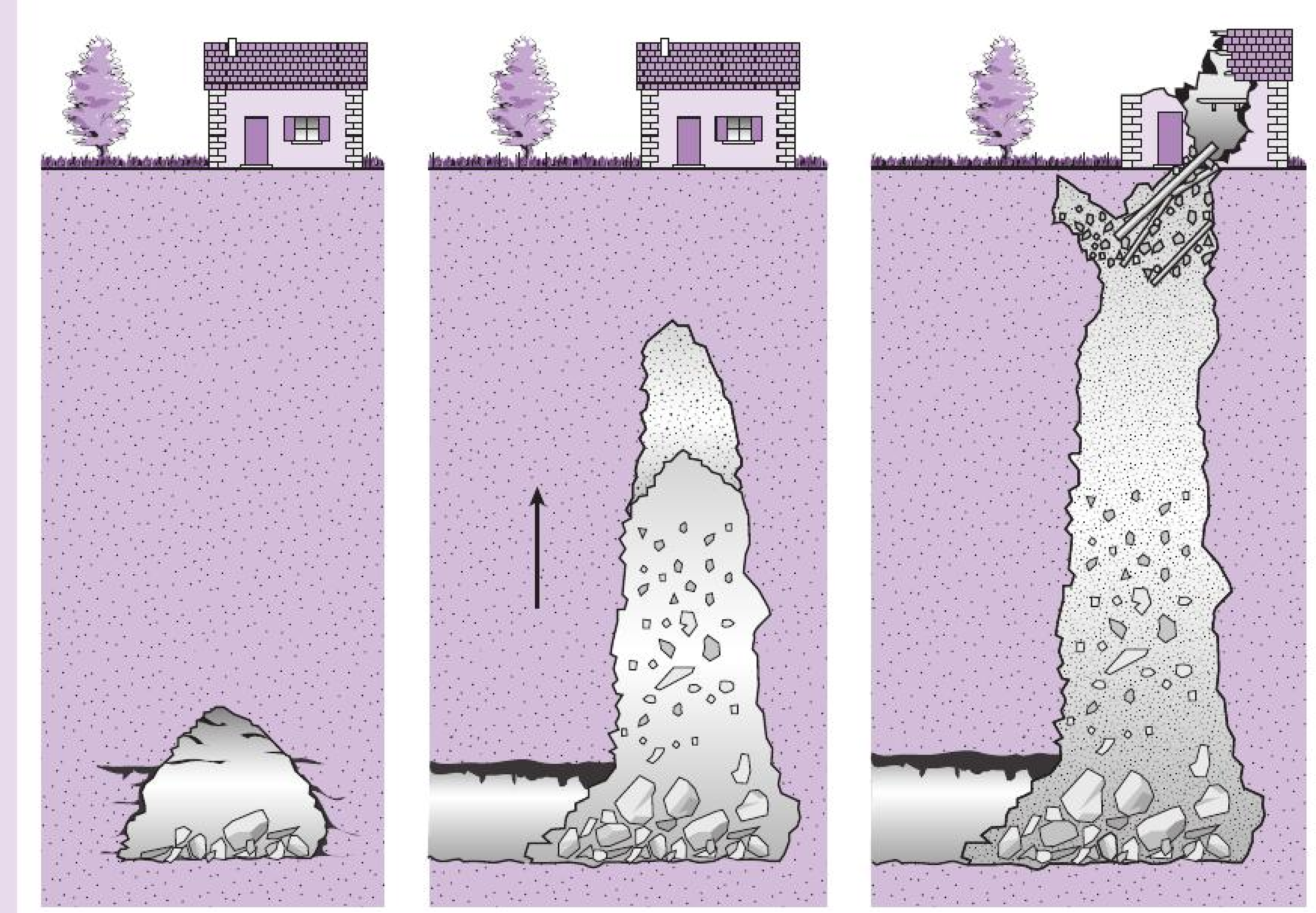
a Terrain faussement plat



b Proximité d'un cours d'eau

Affaissement miniers et fontis

Les exploitations minières et les carrières souterraines sont à l'origine de tassements et d'étirements importants. Les fontis, qui forment une cavité dans le sol suite à la dissolution de gypse, par exemple, peuvent crever la surface du sol.



Création de fontis

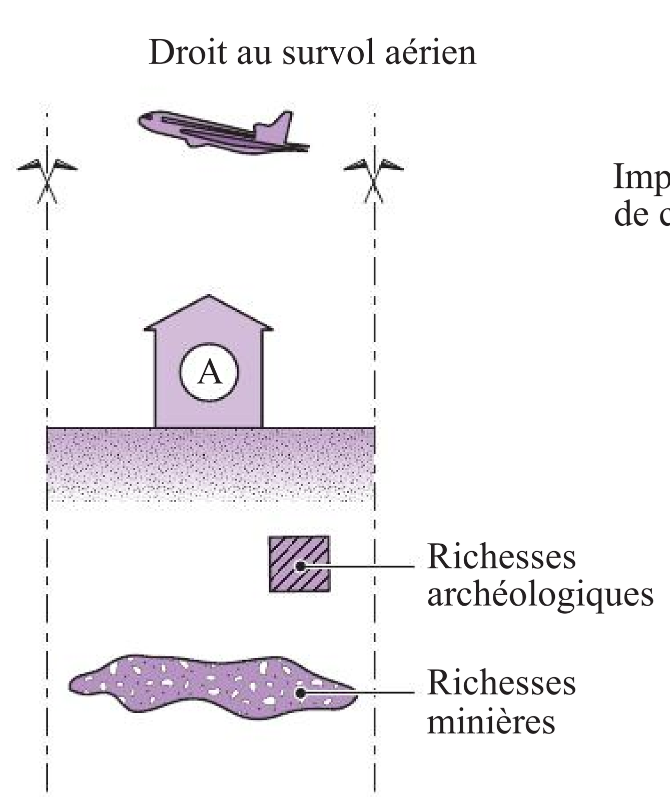
Servitudes et mitoyenneté

Comment ça marche

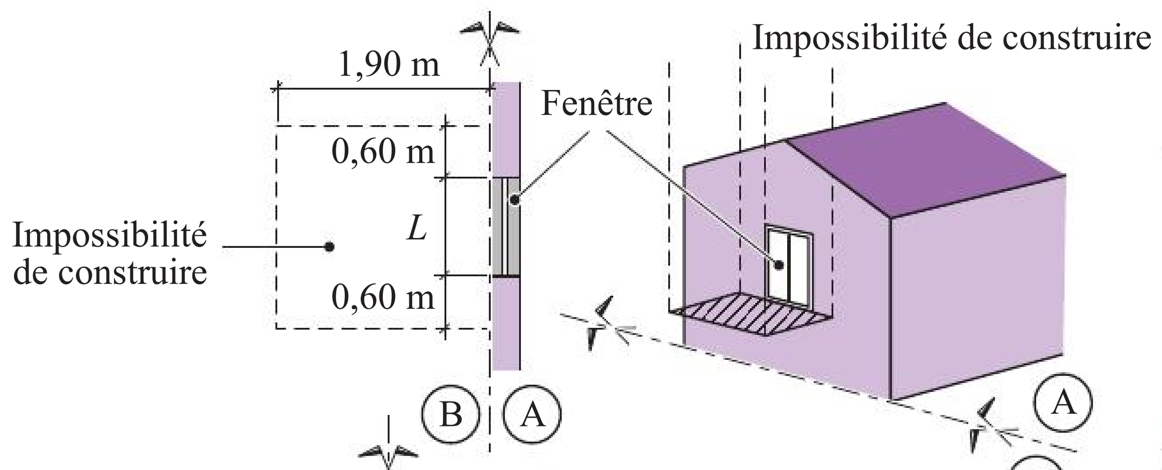
Les servitudes sont des limitations du droit de propriété et concernent notamment les murs, les clôtures, les vues et les droits de passage. Elles ne sont pas limitatives et sont régies par le Code civil et les usages. La mitoyenneté est un droit de propriété sur un mur, une clôture, une haie, etc. , édifiés sur une limite séparative, qui appartiennent en commun à deux voisins dont les terrains sont contigus. Il n'est pas toujours aisé de déterminer le caractère mitoyen d'une séparation, ce qui peut engendrer des conflits de voisinage.

Définition

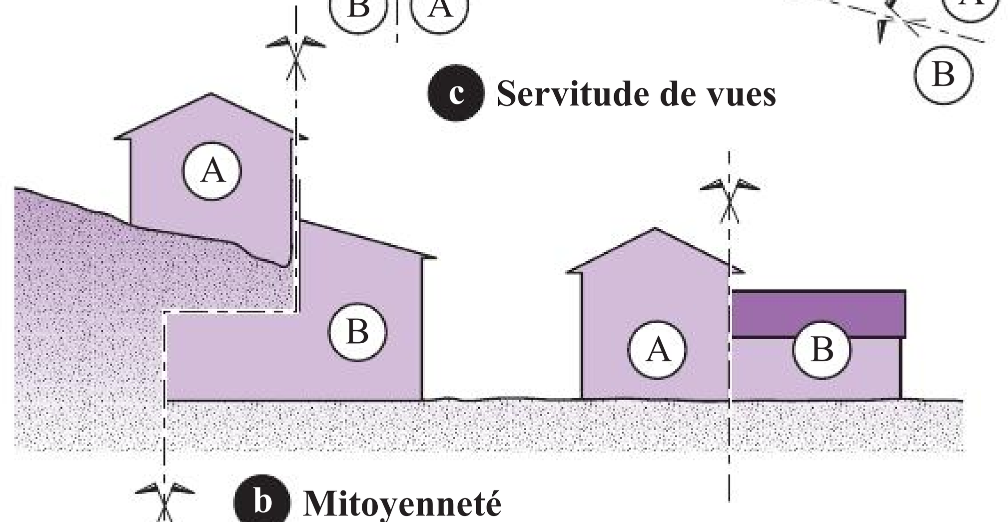
Le propriétaire d'un terrain (fonds) est aussi propriétaire du « dessus » et du « dessous », à l'exception du droit de survol aérien et des richesses archéologiques et minières (a). La mitoyenneté représente un statut d'indivision des murs et clôtures formant la séparation des fonds (b). Afin de préserver l'intimité de chacun, les ouvertures dans un mur mitoyen sont interdites. Dans un mur non mitoyen, les ouvertures donnant des vues droites ou obliques sur la propriété voisine doivent respecter des distances de vue minimales (c).
Quand un terrain n'a pas d'accès à la voie publique, son propriétaire peut obtenir un droit de passage sur la propriété voisine (d).



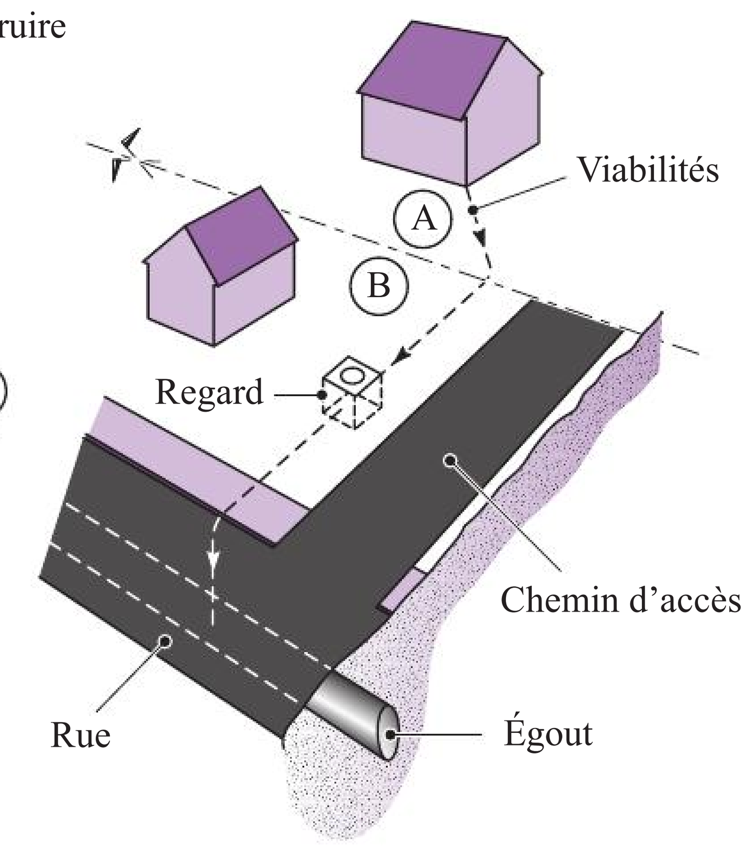
a **Restrictions au droit de propriété**



c **Servitude de vues**



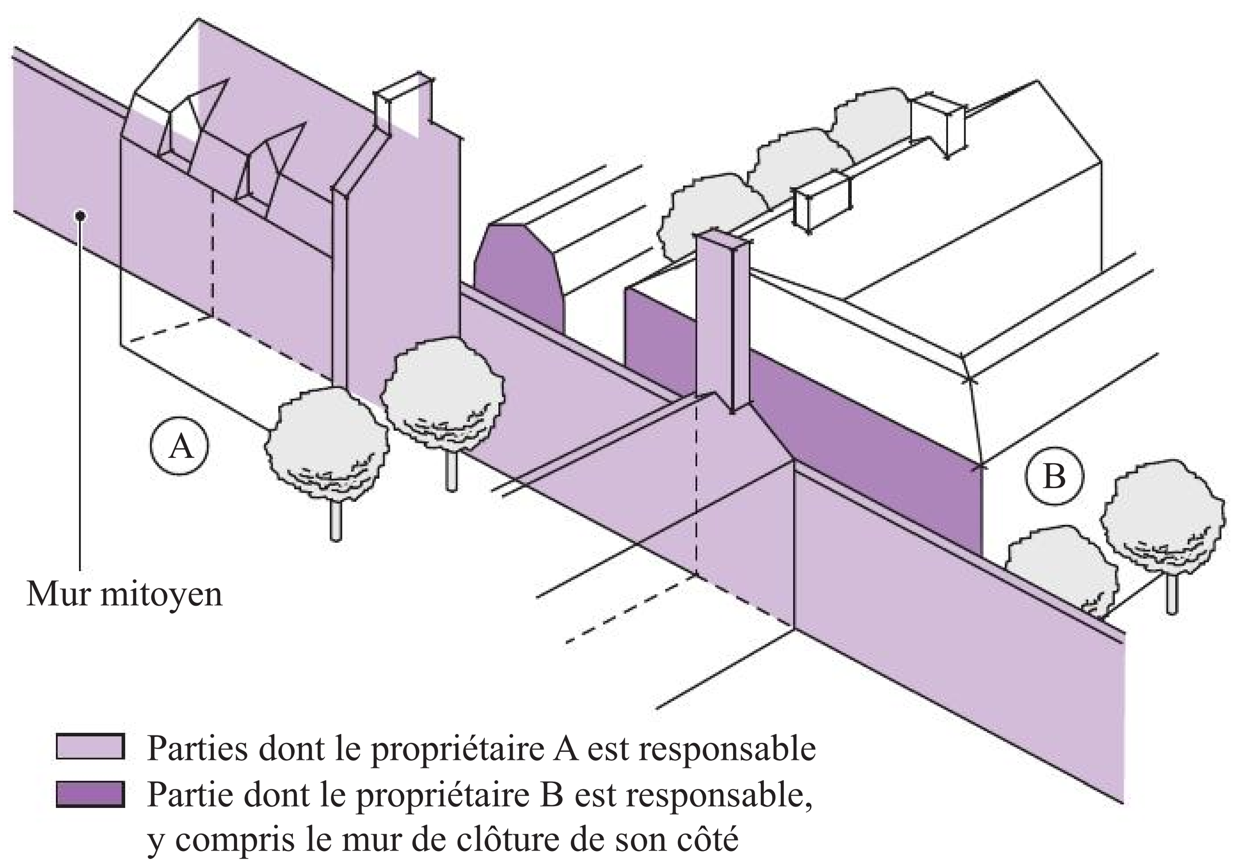
b **Mitoyenneté** (en surface et en sous-sol)



d **Droit de passage** (chemin d'accès, canalisation)

Mitoyenneté des murs

Le statut de mitoyenneté des murs formant séparation des fonds impose à ses copropriétaires de les entretenir et de les réparer à frais communs, proportionnellement au droit de chacun. Le ravalement, qui consiste essentiellement en une opération de remise en état de propreté, ne relève pas des règles de gestion commune des ouvrages mitoyens.

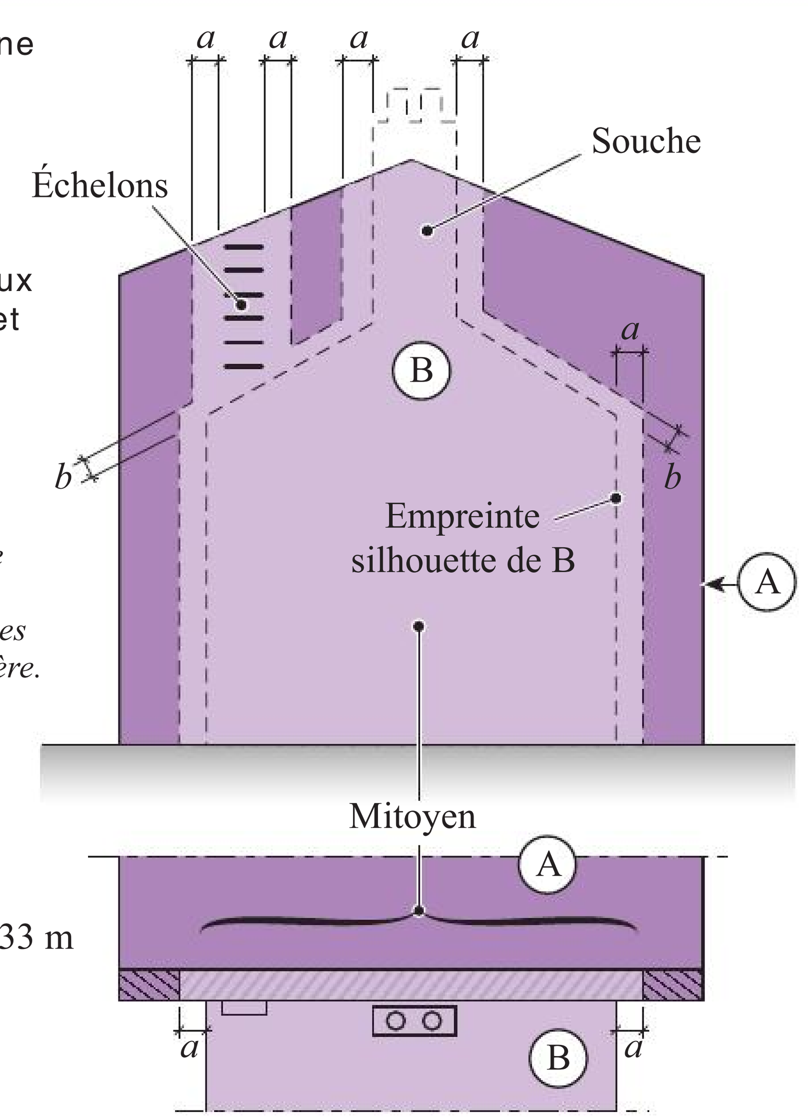


Zones de ravalement d'un mur mitoyen

Héberges

L'héberge désigne l'emprise de la mitoyenneté partielle d'un mur*. Seule l'héberge est mitoyenne aux propriétaires A et B. Le surplus appartient au propriétaire A.

** Sauf titre contraire et suivant la jurisprudence et les usages constants en la matière.*

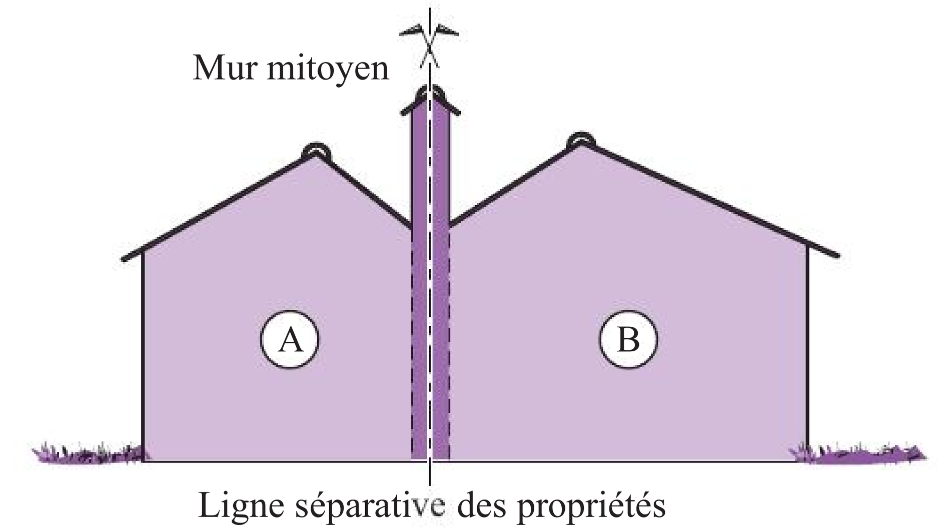


a : pied d'aile = 0,33 m
b : solin = 0,16 m

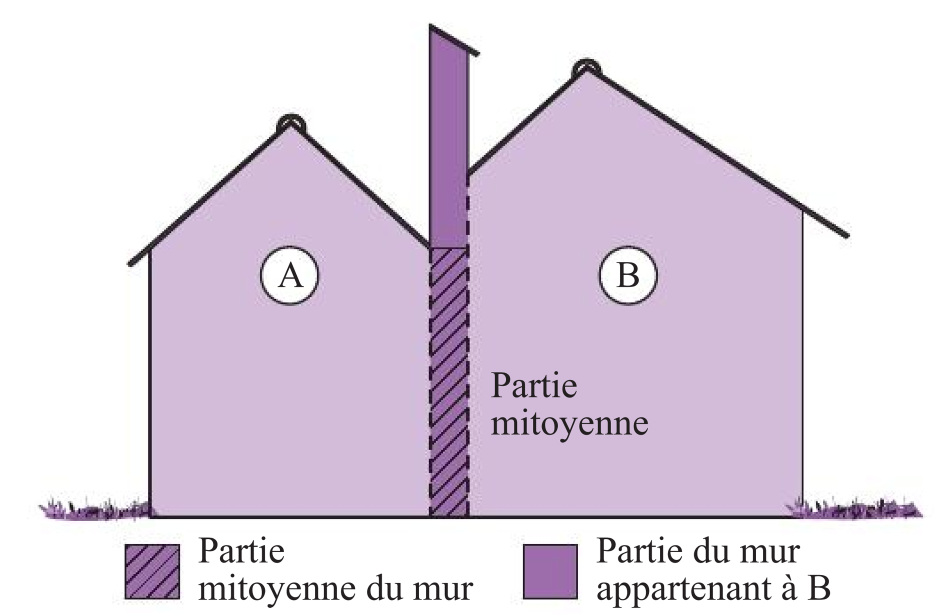
Zone d'héberge sur mur mitoyen

Mitoyenneté des clôtures séparatives et des haies

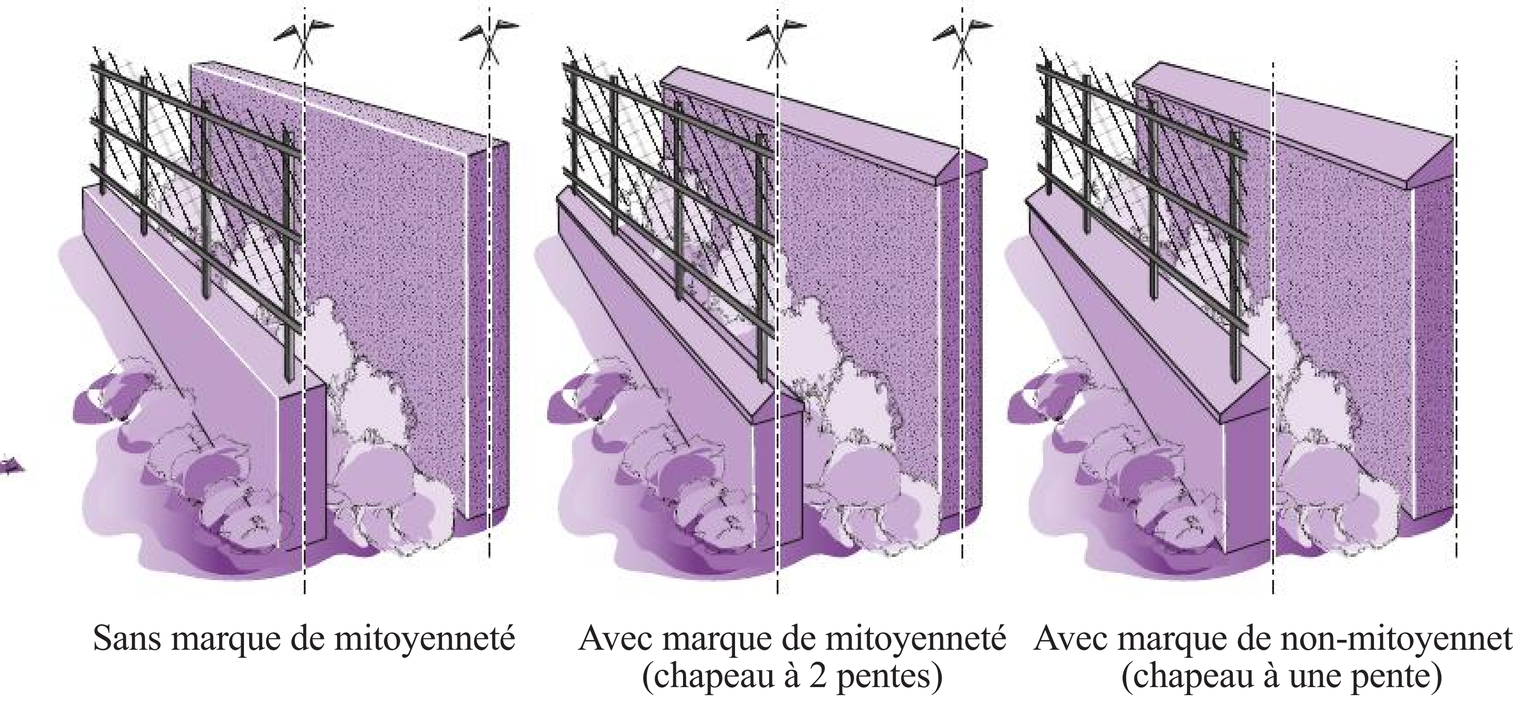
Par principe, toute clôture édifiée en limite séparative de 2 propriétés privées est présumée mitoyenne, à défaut de preuve contraire (plan, acte de propriété, couronnement du mur indiquant la non-mitoyenneté (a)). En l'absence de règlements particuliers ou d'usages reconnus, la hauteur des murs de séparation entre propriétés voisines doit être d'au moins 3,20 m dans les villes de plus de 50 000 habitants et de 2,60 m dans les villes de moins de 50 000 habitants. Les propriétaires de fonds contigus peuvent toutefois, par commun accord, fixer une hauteur différente. Une distance de 2 m doit être respectée entre la ligne séparative et une plantation de plus de 2 m de hauteur. Au-dessous, une distance minimale de 0,50 m doit être respectée (b), aucune branche ne devant dépasser sur la propriété voisine.



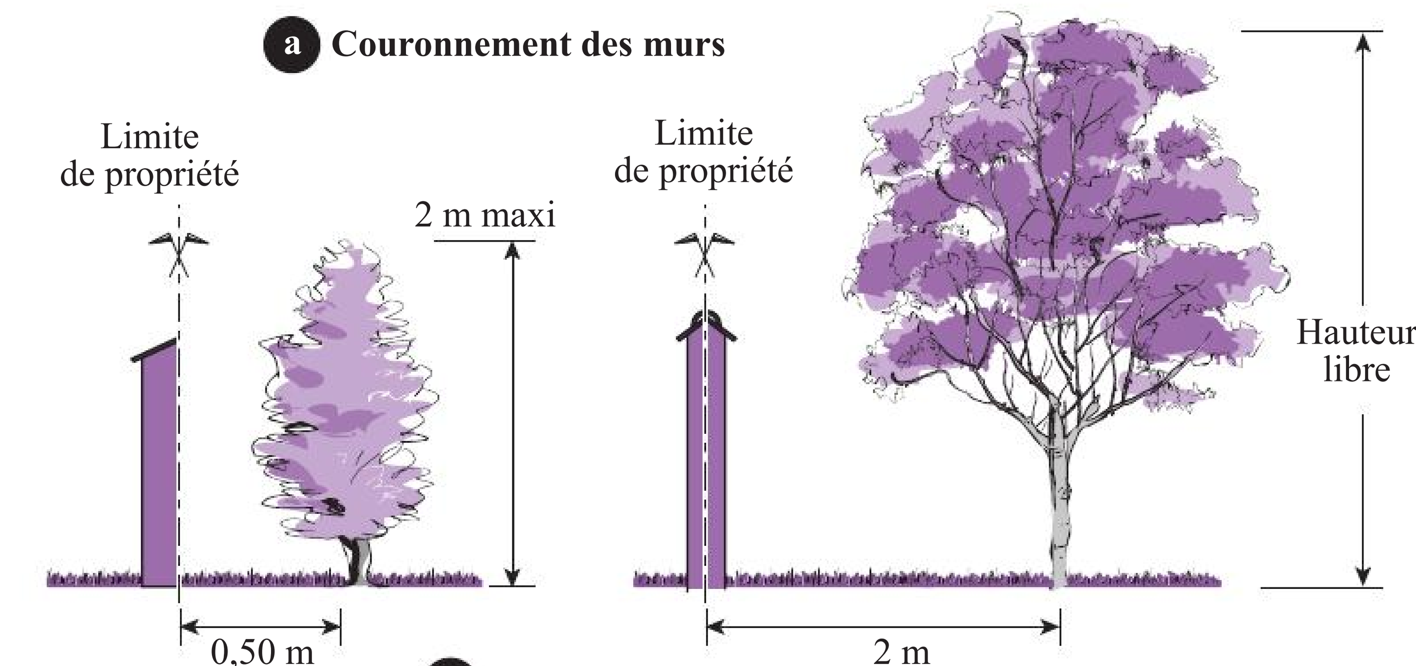
Un mur « entièrement mitoyen » sépare deux bâtiments de même hauteur et de même longueur.



La partie surélevée du mur mitoyen séparant deux bâtiments de hauteurs différentes appartient au propriétaire du bâtiment le plus haut.



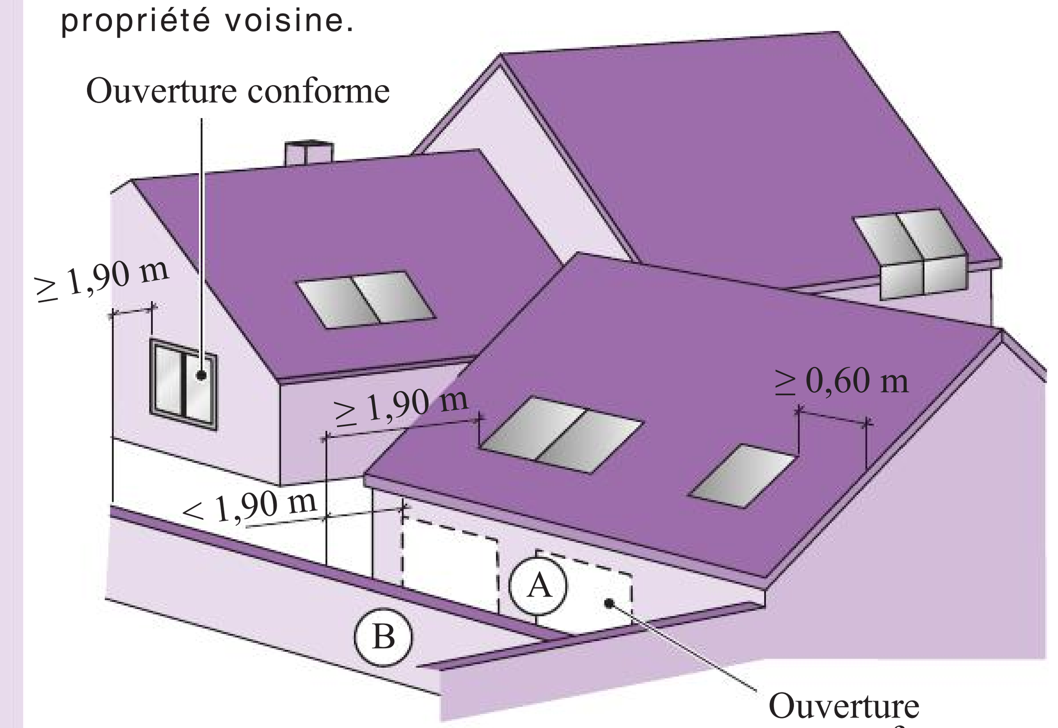
a **Couronnement des murs**



b **Distances des plantations**

Servitude de vues

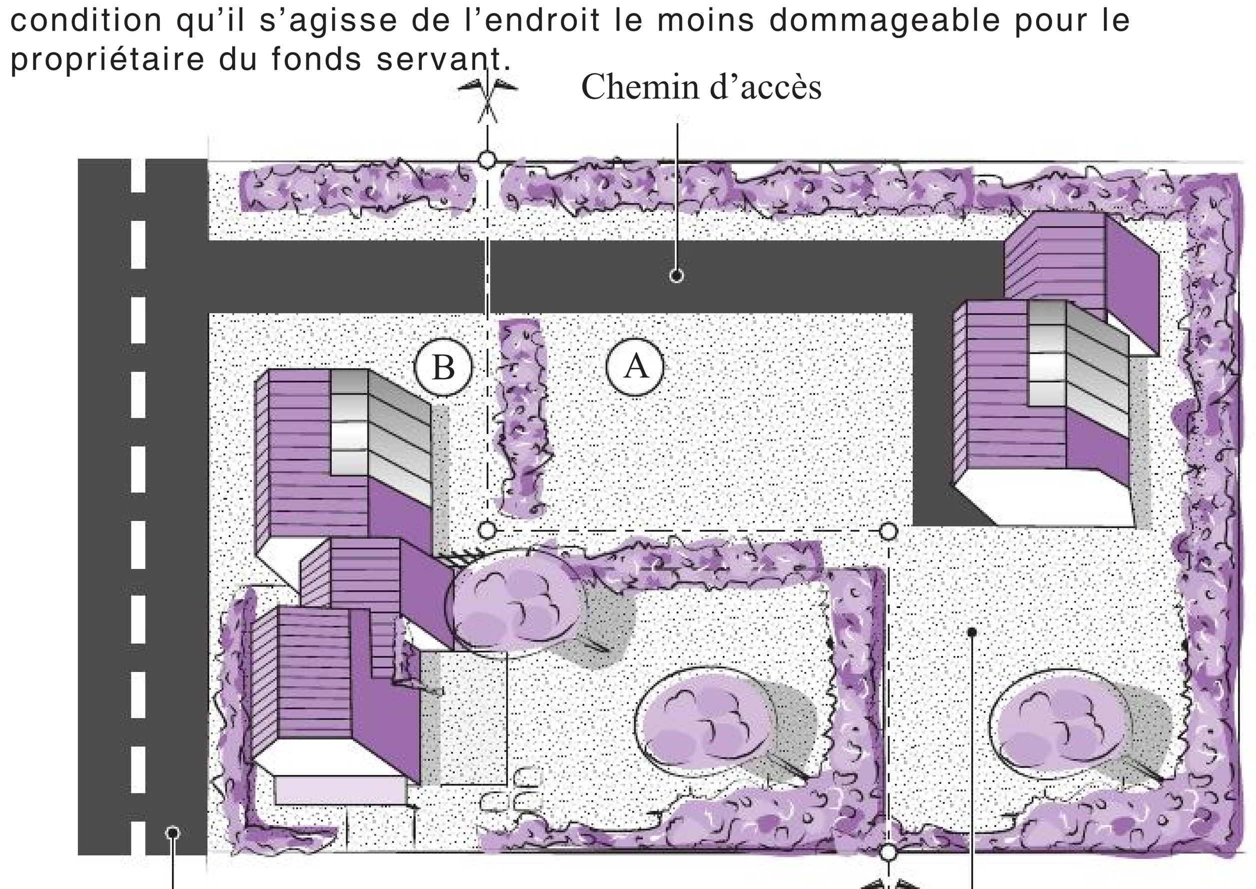
Une vue est une ouverture qui permet de voir à l'extérieur. Les fenêtres, les portes-fenêtres, les baies vitrées, les fenêtres de toit permettant une vue sur le terrain voisin, les balcons et les terrasses sont considérés comme des vues. Les distances sont calculées différemment selon qu'il s'agit d'une vue droite ou d'une vue oblique :
- vue droite : 1,90 m minimum entre le bord de la fenêtre (parement extérieur du mur), le rebord extérieur du balcon ou de la terrasse et la limite séparative ;
- vue oblique : la distance de 0,60 m est calculée en se plaçant à l'angle de l'ouverture la plus proche de la propriété voisine.



Vue droite et vue oblique

Droit de passage

Le propriétaire d'un terrain enclavé (sans accès à la voie publique) peut réclamer la possibilité de passer sur le terrain voisin pour rejoindre sa propriété. Il n'est pas possible pour le propriétaire du fonds servant de s'opposer au droit de passage mais il a la possibilité de percevoir une indemnité en échange de la servitude. Le droit de passage doit être pris du côté où le trajet est le plus court du fonds enclavé vers la voie publique, à la condition qu'il s'agisse de l'endroit le moins dommageable pour le propriétaire du fonds servant.



Accès pour terrain enclavé

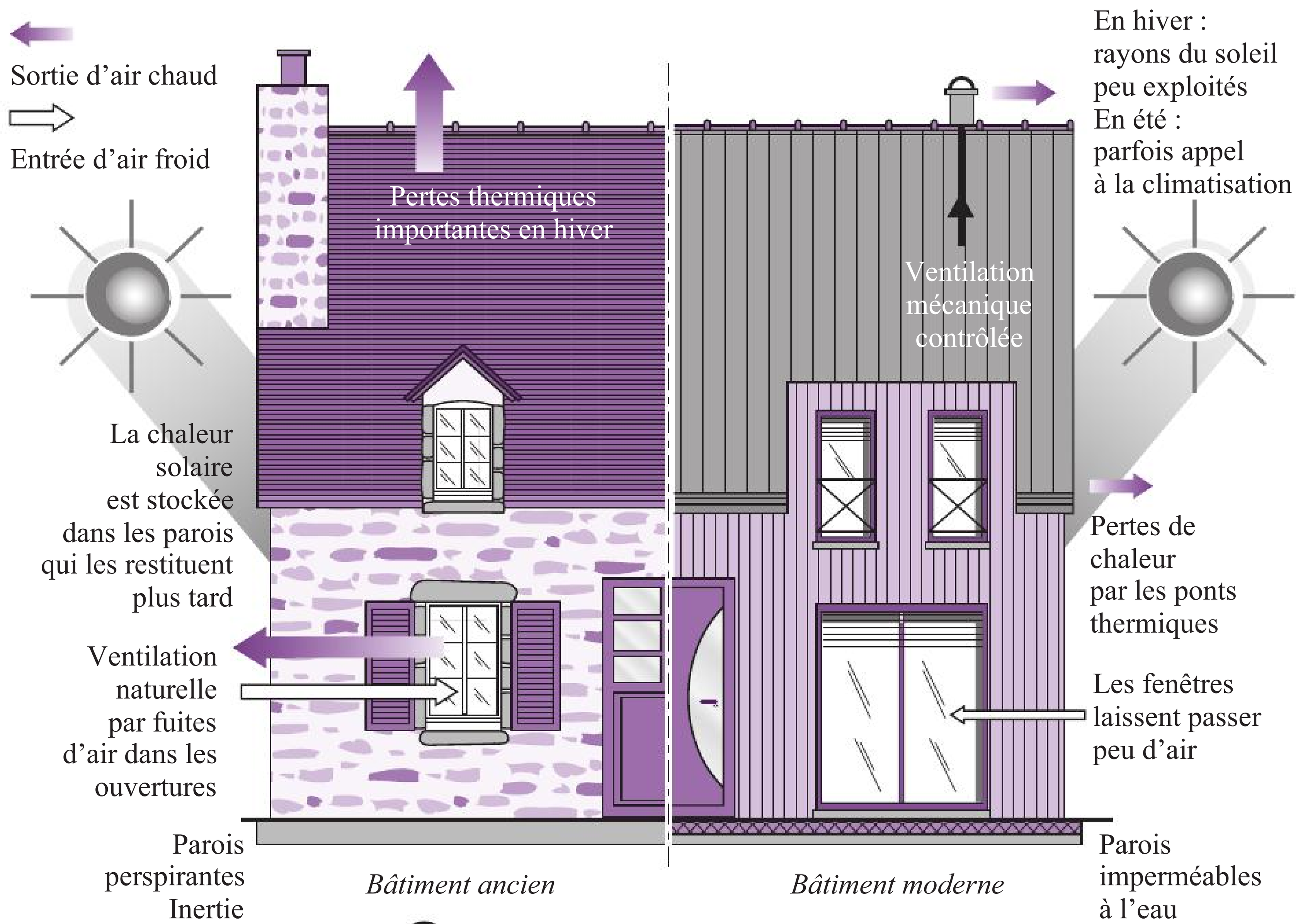
Comment ça marche

Isolation thermique

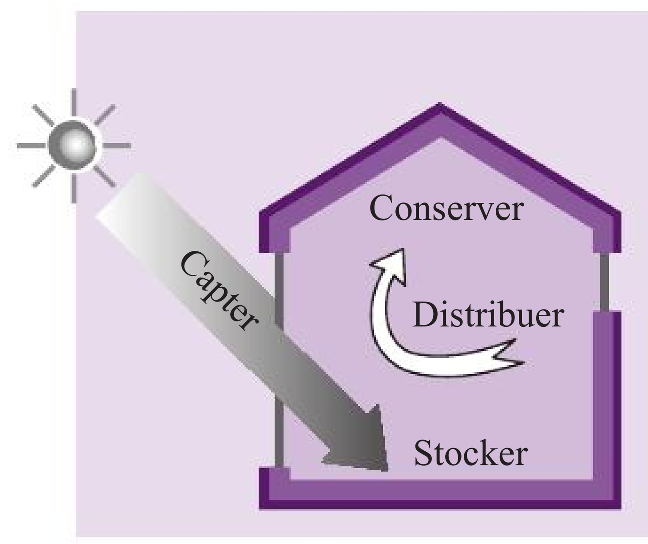
L'isolation thermique d'un bâtiment consiste à conserver les calories en hiver ou à éviter qu'elles ne rentrent en été. En saison froide comme en saison chaude, une grande partie des calories s'échappe ou pénètre dans le bâtiment en traversant par conduction les parois extérieures. On distingue trois types de parois qui offrent un contact avec l'extérieur : les murs, les toitures et les planchers. L'utilisation de matériaux isolants permet de limiter ces pertes et d'améliorer le confort thermique.

Principe de l'isolation thermique

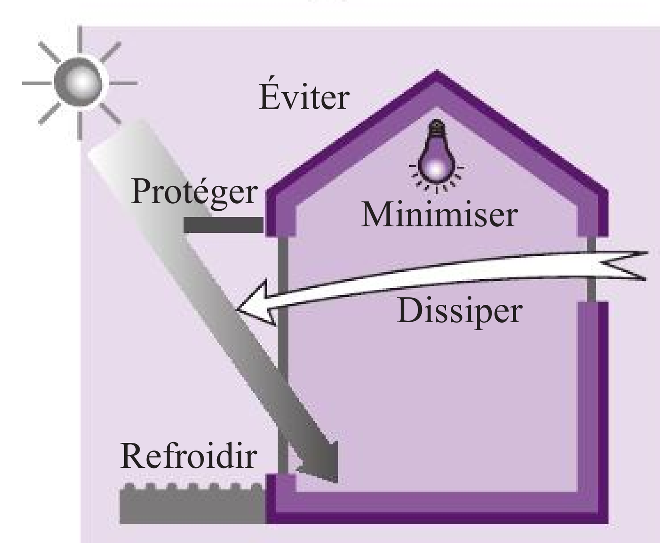
Un bâtiment est composé de parois opaques comme les murs, les planchers et les toitures, et de parois translucides ou transparentes comme les vitrages. Leur rôle dans le comportement thermique diffère d'un bâtiment ancien à un bâtiment moderne (a). La notion de confort thermique varie selon les personnes, leur sexe, leur âge et leurs habitudes. La stratégie de confort consiste à stocker l'énergie en hiver (b) et à empêcher la chaleur de rentrer en été (c). Une isolation permet de maintenir une température constante à l'intérieur.



a Comportement thermique d'un bâtiment



b Hiver



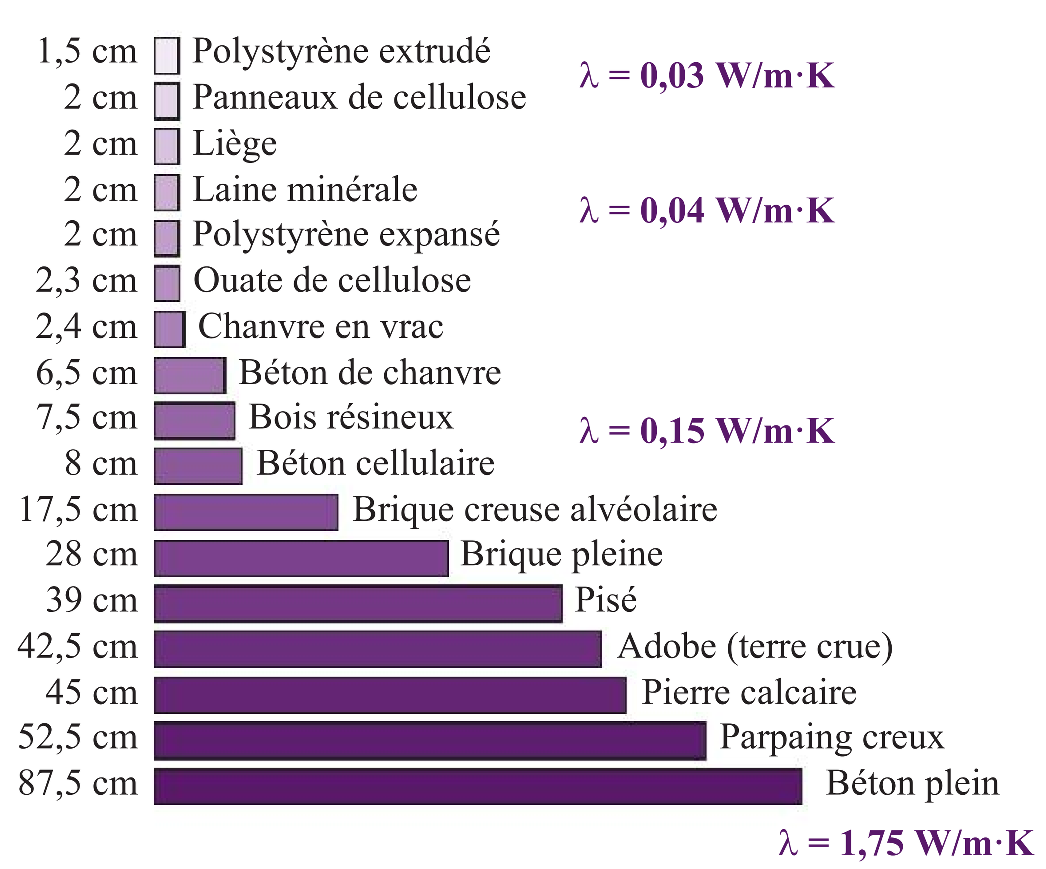
c Été

Résistance et transmission thermiques des matériaux

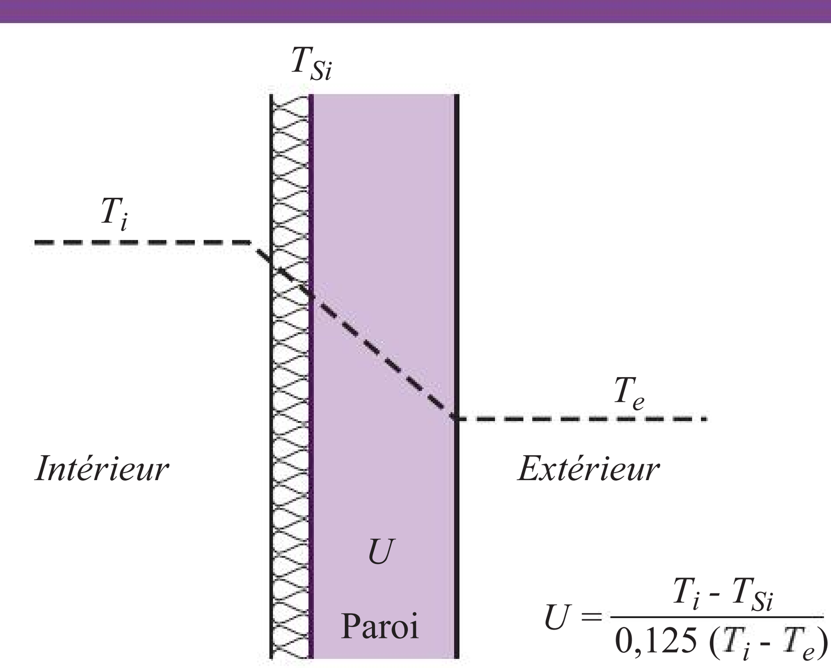
L'épaisseur nécessaire pour obtenir une résistance thermique équivalente varie en fonction du matériau utilisé (a). Sa conductivité thermique λ est exprimée en W/m·K.

Le coefficient de transmission thermique U caractérise la transmission thermique de la paroi par unité de surface, et vaut $1/R$ (b). Plus la valeur de U est faible, plus la paroi est isolante.

Acier
$\lambda_{Acier} \approx 50$ W/m·K
26 m pour une résistance équivalente



a Épaisseur et résistance thermique des matériaux

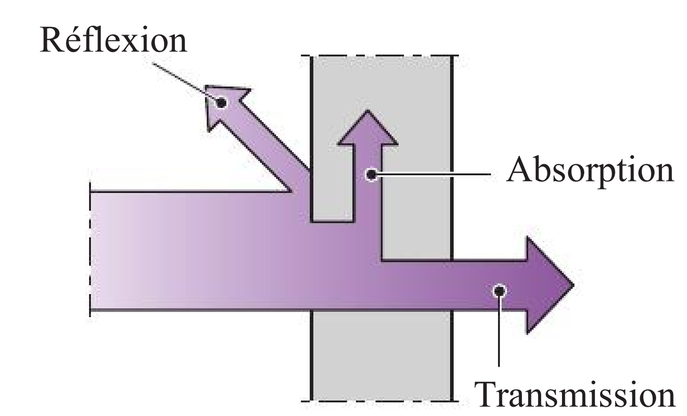


T_e = Température extérieure
T_i = Température intérieure
T_{Si} = Température de surface intérieure
U = Transfert thermique
$R = 1/U$ = Résistance thermique

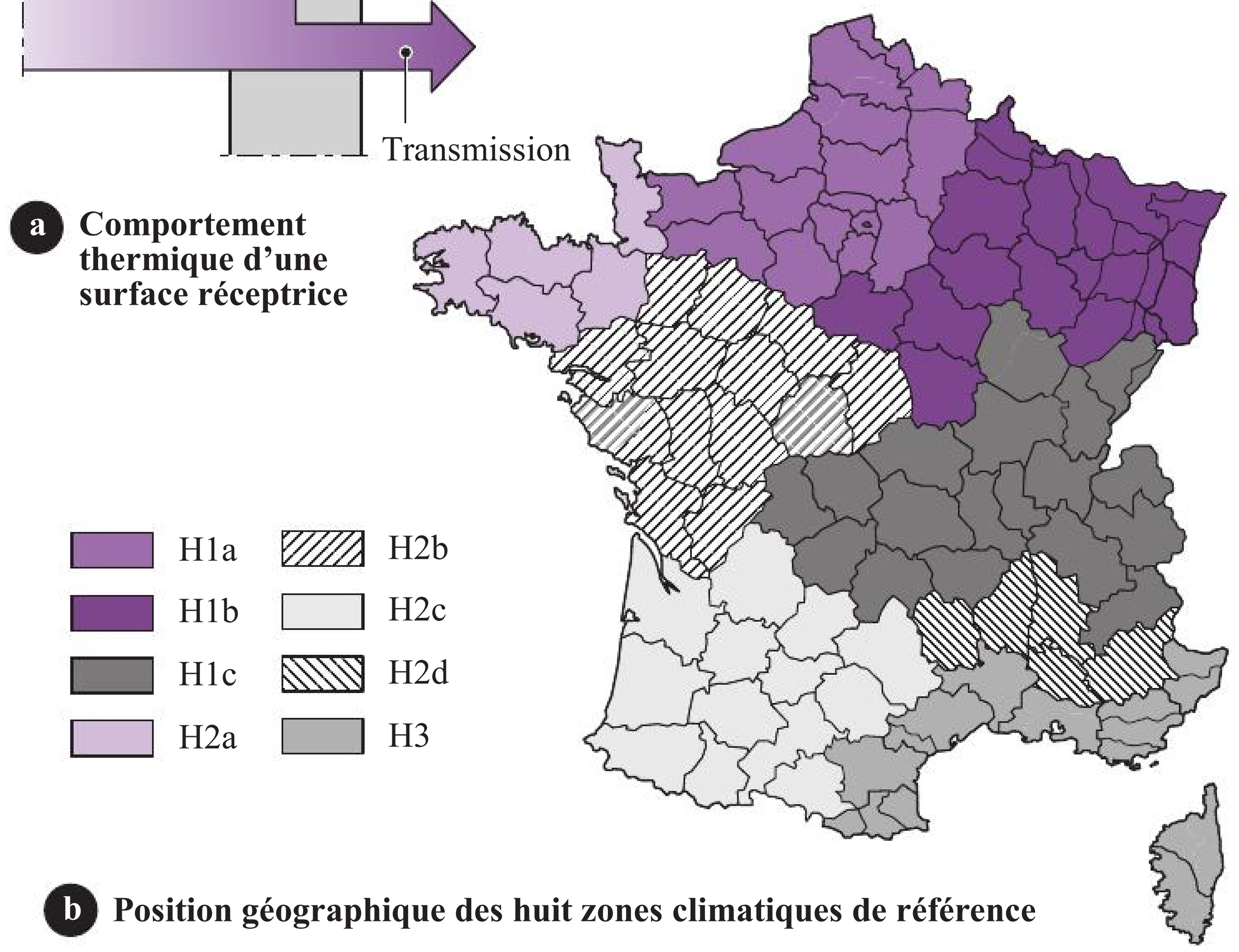
b Principe de mesure du coefficient U

Comportement thermique et zones climatiques

Les rayons du soleil qui frappent les parois ou entrent dans le bâtiment atteignent une surface qui les réfléchit (a). Selon la couleur et la nature du matériau, la partie non réfléchie est plus ou moins absorbée sous forme de chaleur. La norme définit des zones climatiques (b) regroupées en trois zones d'hiver, période de chauffe (H1, H2 et H3), et quatre zones d'été (a, b, c et d).



a Comportement thermique d'une surface réceptrice



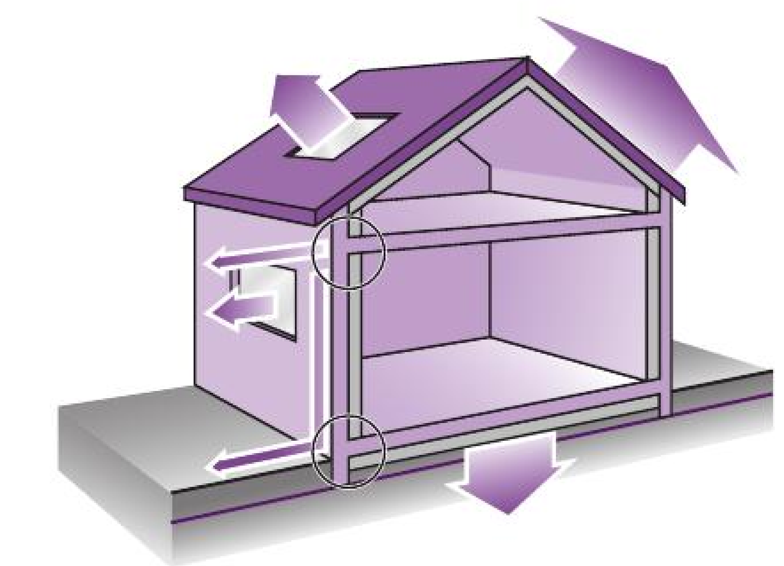
b Position géographique des huit zones climatiques de référence

Ponts thermiques

L'isolation du bâti améliore les performances des parois mais transfère les déperditions aux ponts thermiques.



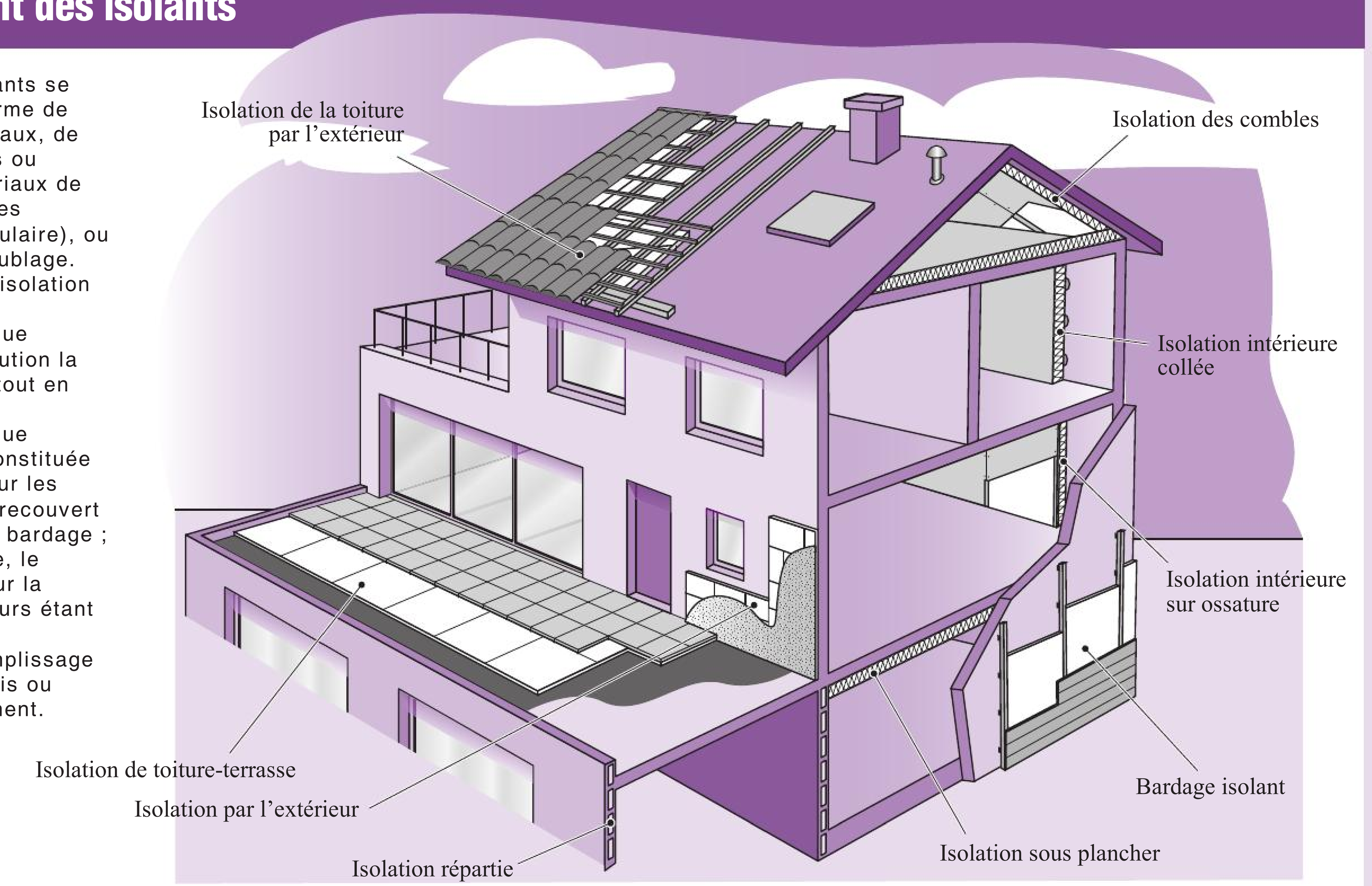
Bâtiment non isolé : fuites à travers les parois



Bâtiment isolé : fuites réduites à travers les parois mais importantes aux ponts thermiques

Emplacement des isolants

Les matériaux isolants se présentent sous forme de rouleaux, de panneaux, de plaques, de flocons ou granulats, de matériaux de construction (briques creuses, béton cellulaire), ou de panneaux de doublage. Quatre principes d'isolation sont distingués :
- l'isolation thermique intérieure (ITI), solution la plus répandue, surtout en rénovation ;
- l'isolation thermique extérieure (ITE), constituée d'un isolant posé sur les murs extérieurs et recouvert d'un enduit ou d'un bardage ;
- l'isolation répartie, le matériau utilisé pour la construction des murs étant isolant ;
- l'isolation par remplissage de l'ossature en bois ou métallique du bâtiment.



Emplacement des isolants dans un bâtiment d'habitation

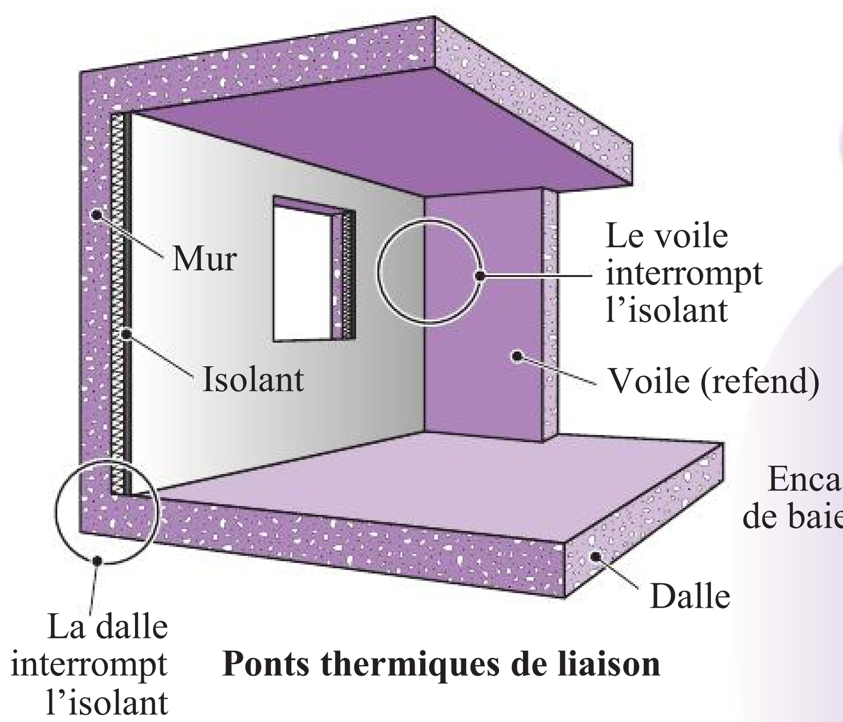
Comment ça marche

Ponts thermiques

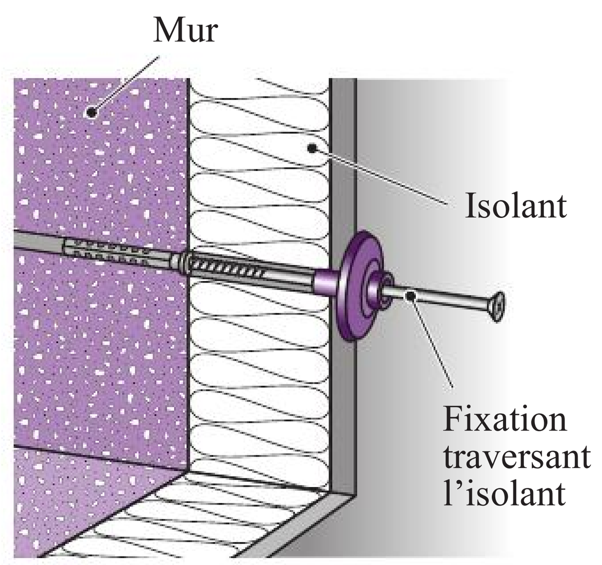
Les ponts thermiques désignent les parties de l'enveloppe d'un bâtiment qui induisent d'importantes fuites de chaleur vers l'extérieur. Une absence ou une dégradation de l'isolation est généralement à l'origine de ces fuites. Sont distingués les ponts thermiques de liaison (PTL), dus à l'interruption de l'isolation à l'intersection des parois du bâtiment, et les ponts thermiques intégrés (PTI), générés par l'interruption ou la dégradation de l'isolant au sein de la paroi.

Localisation des ponts thermiques

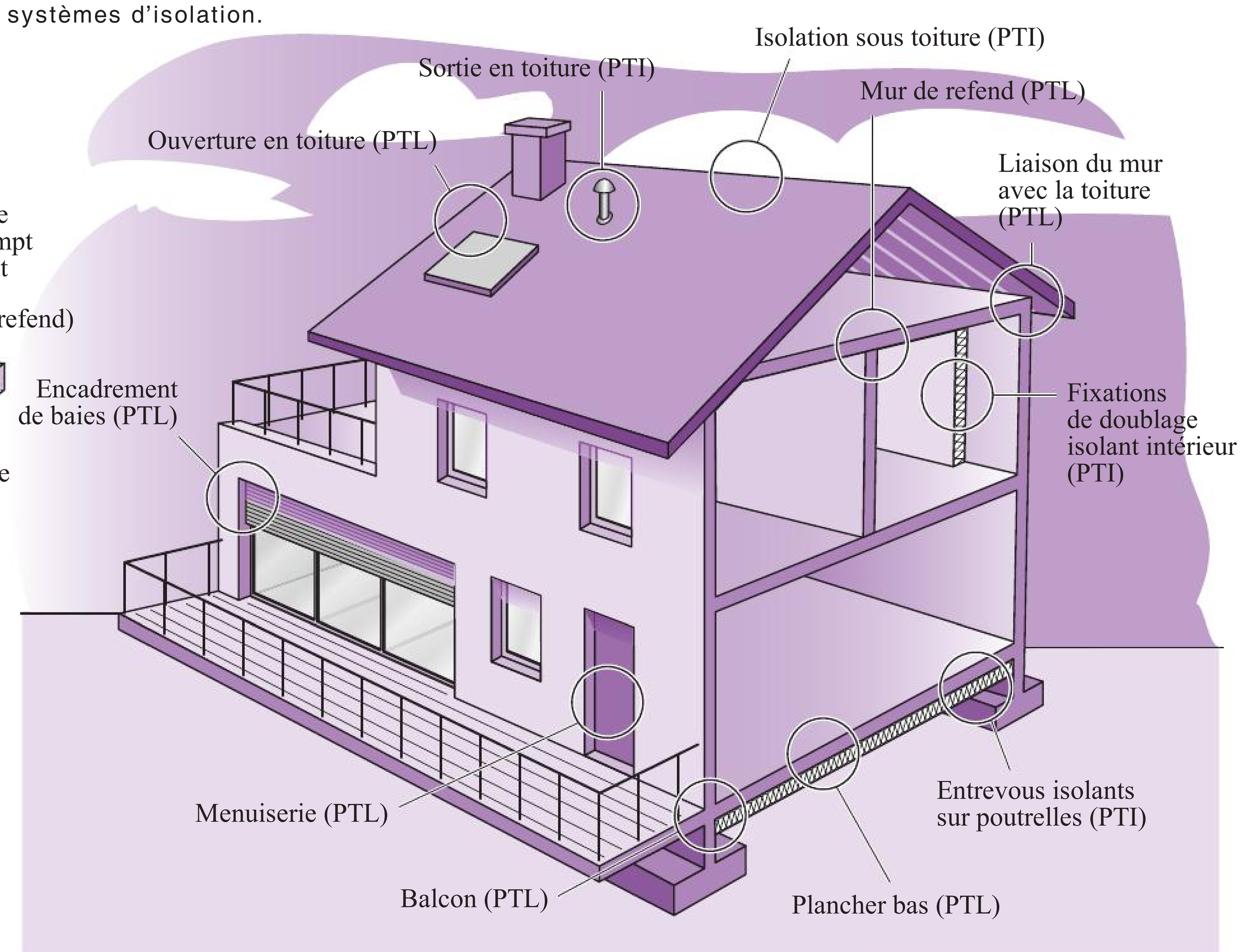
La localisation des ponts thermiques de liaison (PTL) peut être réalisée sur plans pour les bâtiments à construire ou à l'aide d'une caméra infrarouge pour les bâtiments existants. Les principaux ponts thermiques de liaison se localisent aux jonctions entre les planchers, les murs, les menuiseries et les toitures. Les ponts thermiques intégrés (PTI), nombreux dans le bâtiment, sont dus à la présence d'ossatures ou d'éléments de fixation traversants les systèmes d'isolation.



Ponts thermiques de liaison



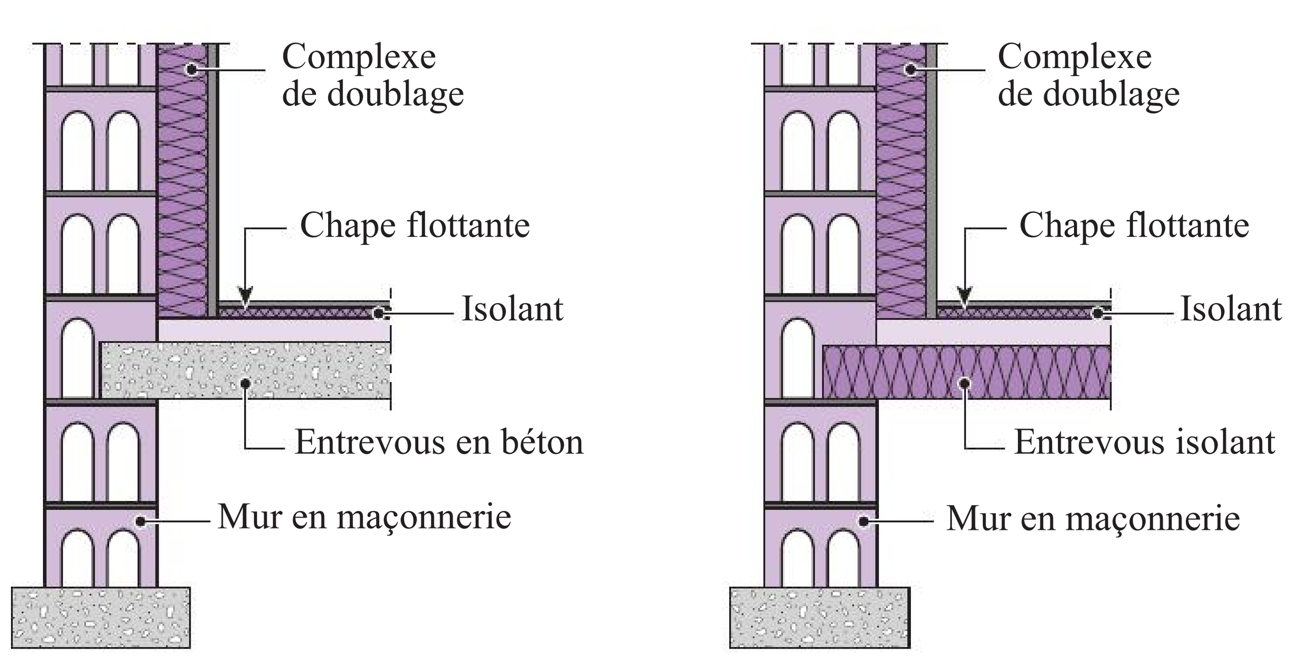
Pont thermique intégré



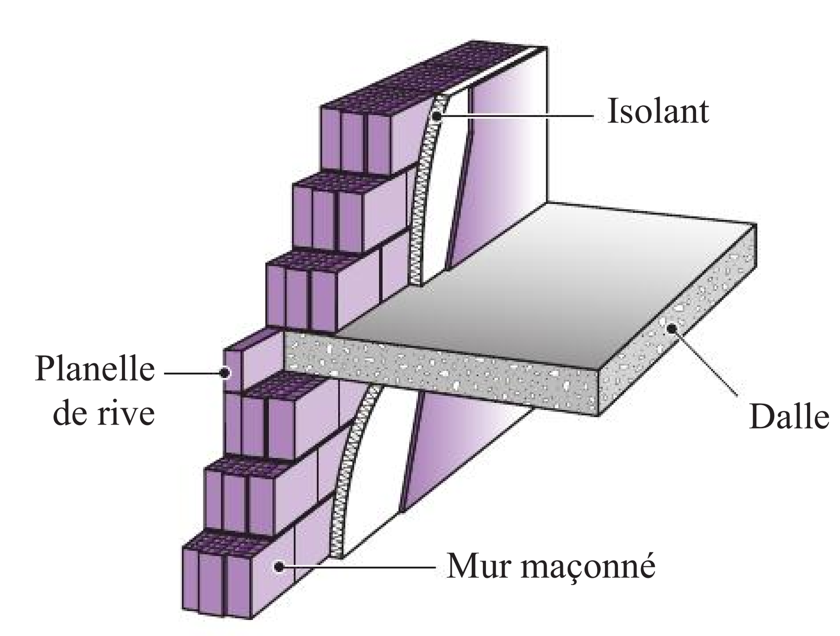
Localisation des ponts thermiques dans un bâtiment d'habitation

Traitement des ponts thermiques linéaires

Dans un bâtiment, l'efficacité thermique du plancher bas est fondamentale. L'une des solutions permettant de réduire les fuites consiste à associer un plancher avec poutrelles et entrevous isolants à une chape flottante (a). L'autre solution consiste à habiller les abouts de planchers avec des planelles de rives (b), une alternative aux rupteurs thermiques.



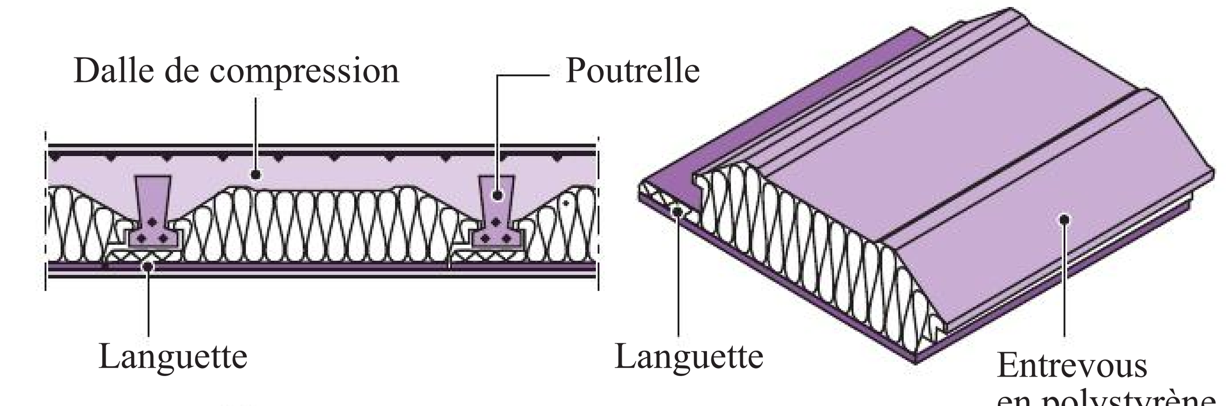
a Traitement des ponts thermiques sur un plancher bas



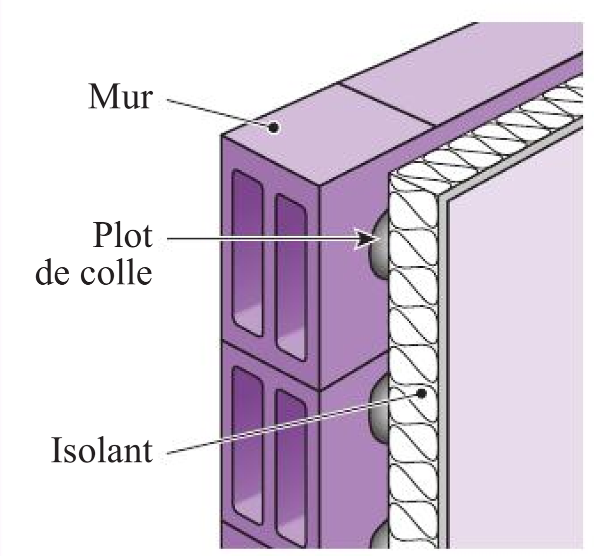
b Principe de la planelle de rive

Traitement des ponts thermiques intégrés

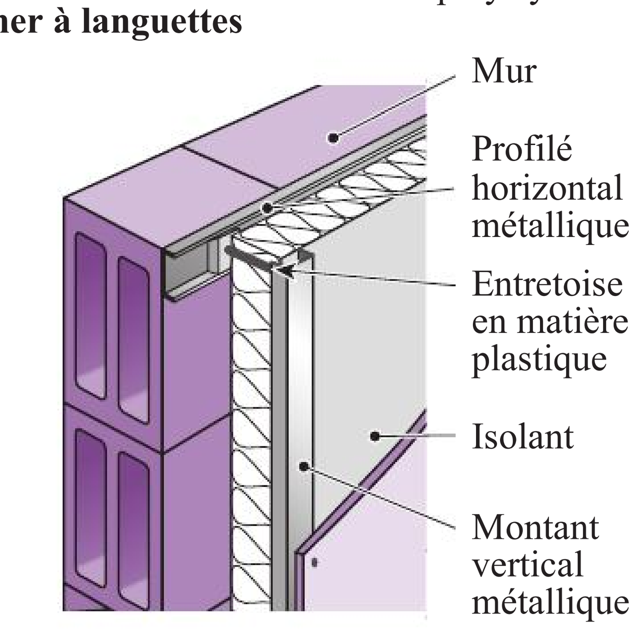
Les poutrelles en béton des planchers dégradent la résistance thermique des entrevous isolants. Des entrevous à languettes isolantes (a) minimisent cet impact. La fixation collée des complexes isolants (b) n'altère pas leur résistance thermique. Pour les isolants fixés mécaniquement entre des profilés métalliques, des fixations et des entretoises en matière plastique sont privilégiées (c).



a Entrevous de plancher à languettes



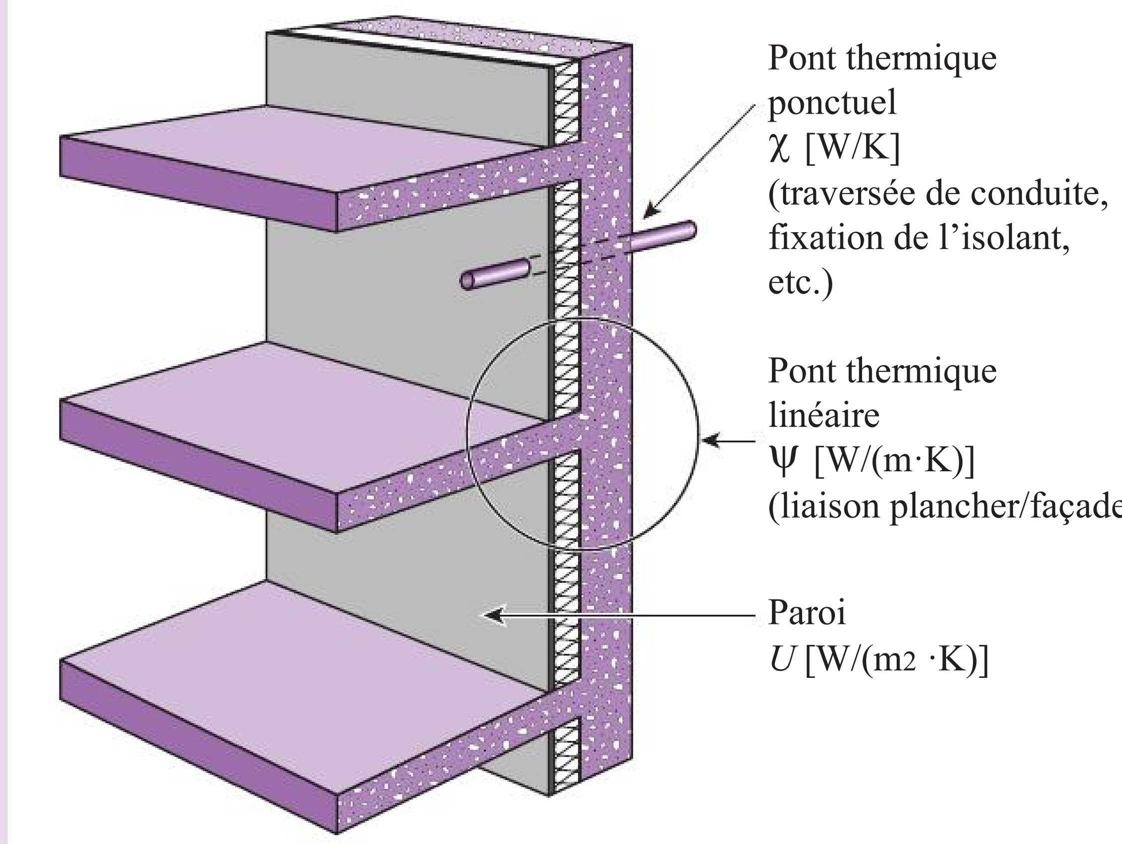
b Isolant collé



c Isolant entre profilés métalliques

Unités de mesure

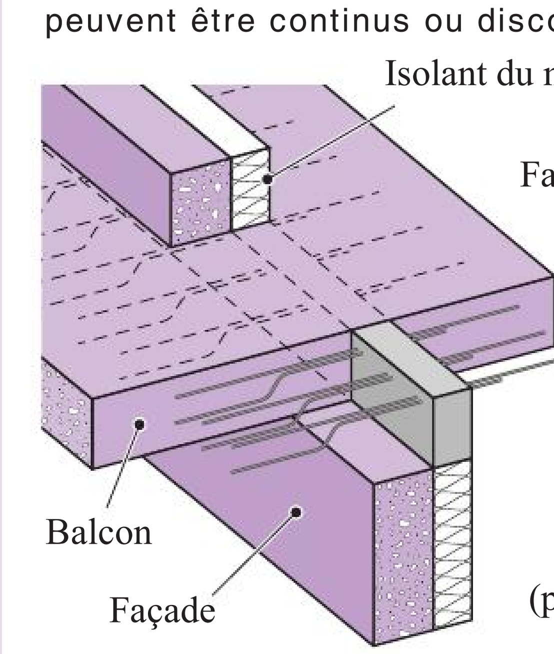
Les ponts thermiques linéaires sont quantifiés par un coefficient linéique ψ exprimé en W/(m·K) (watt par mètre linéaire par degré Kelvin).
Les ponts thermiques ponctuels sont quantifiés par un coefficient ponctuel χ exprimé en W/K (watt par degré Kelvin).
Le coefficient de transmission surfacique des parois en partie courante U est exprimé en W/(m²·K) (watt par mètre carré de surface par degré Kelvin).
Plus les coefficients ψ et χ sont faibles, plus les ponts thermiques sont réduits.



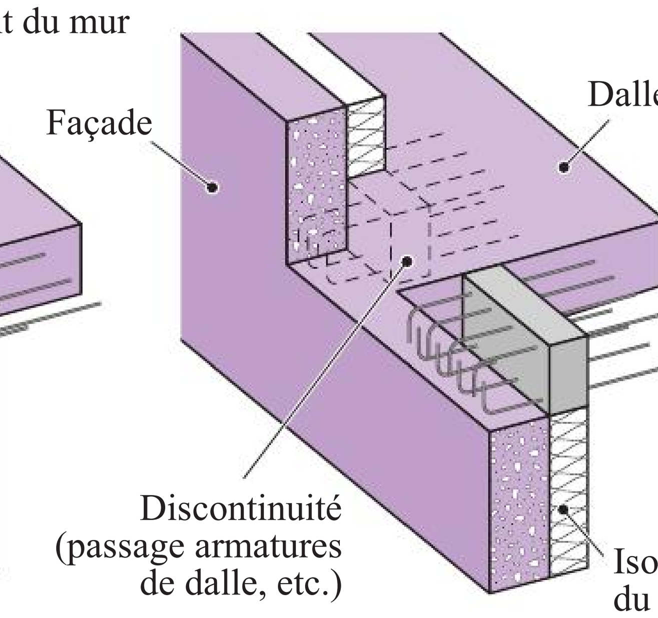
Unités de mesure des différents ponts thermiques

Rupteurs de ponts thermiques linéaires

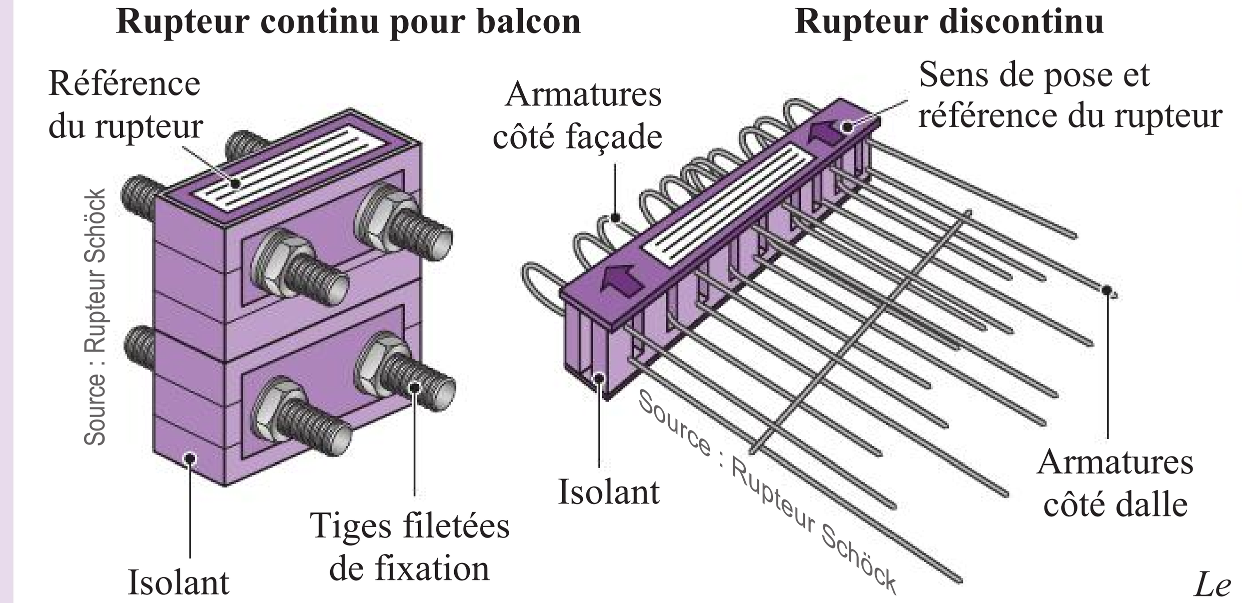
Les rupteurs sont des éléments structurels isolants conçus pour traiter les ponts thermiques entre les parois du bâtiment. L'interposition de ces éléments réduit les fuites de chaleur ; ils sont placés en about de dalle, dans la continuité de l'isolant du mur. Outre les éléments isolants, les rupteurs thermiques sont constitués d'éléments métalliques assurant la continuité mécanique entre le plancher et la paroi. Ils peuvent être continus ou discontinus et intégrer des dispositions visant à renforcer la sécurité au feu.



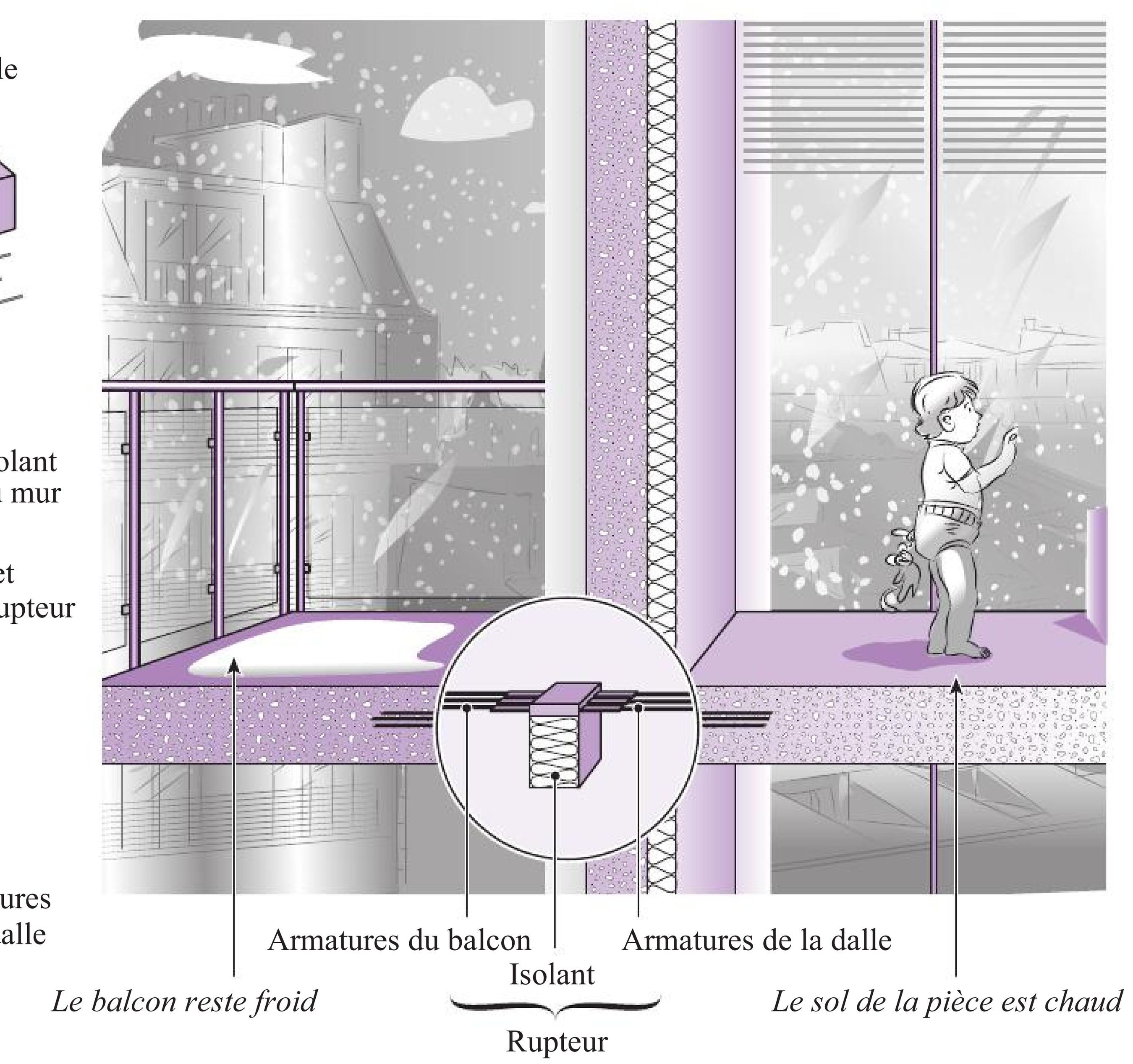
Rupteur continu pour balcon



Rupteur discontinu



Exemples de rupteurs de ponts thermiques



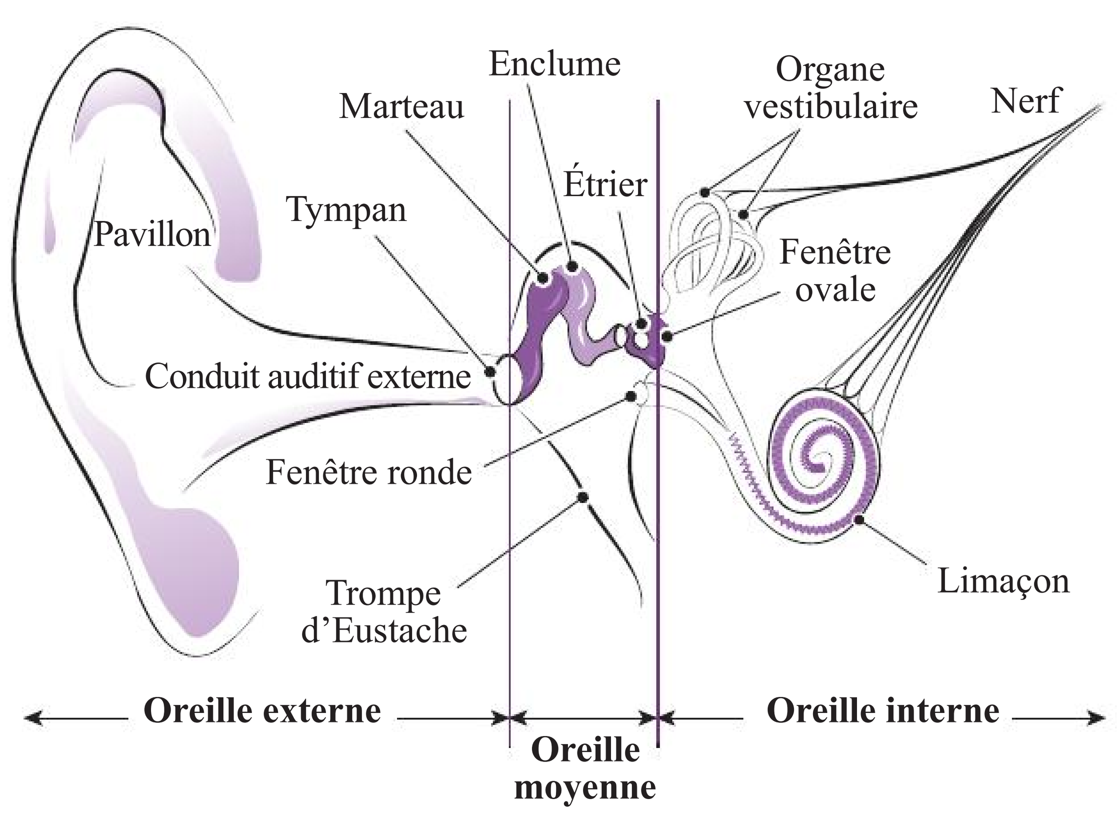
Isolation acoustique

La qualité acoustique d'une construction dépend des choix faits lors de la conception et de la réalisation du bâtiment. Ces choix concernent principalement l'emplacement du bâtiment, l'organisation du volume intérieur, les parois séparatives (murs et planchers) ainsi que les équipements individuels et collectifs. Des solutions d'isolation et de mise en œuvre permettent de réduire les effets du bruit, considéré comme une pollution, notamment dans les logements.

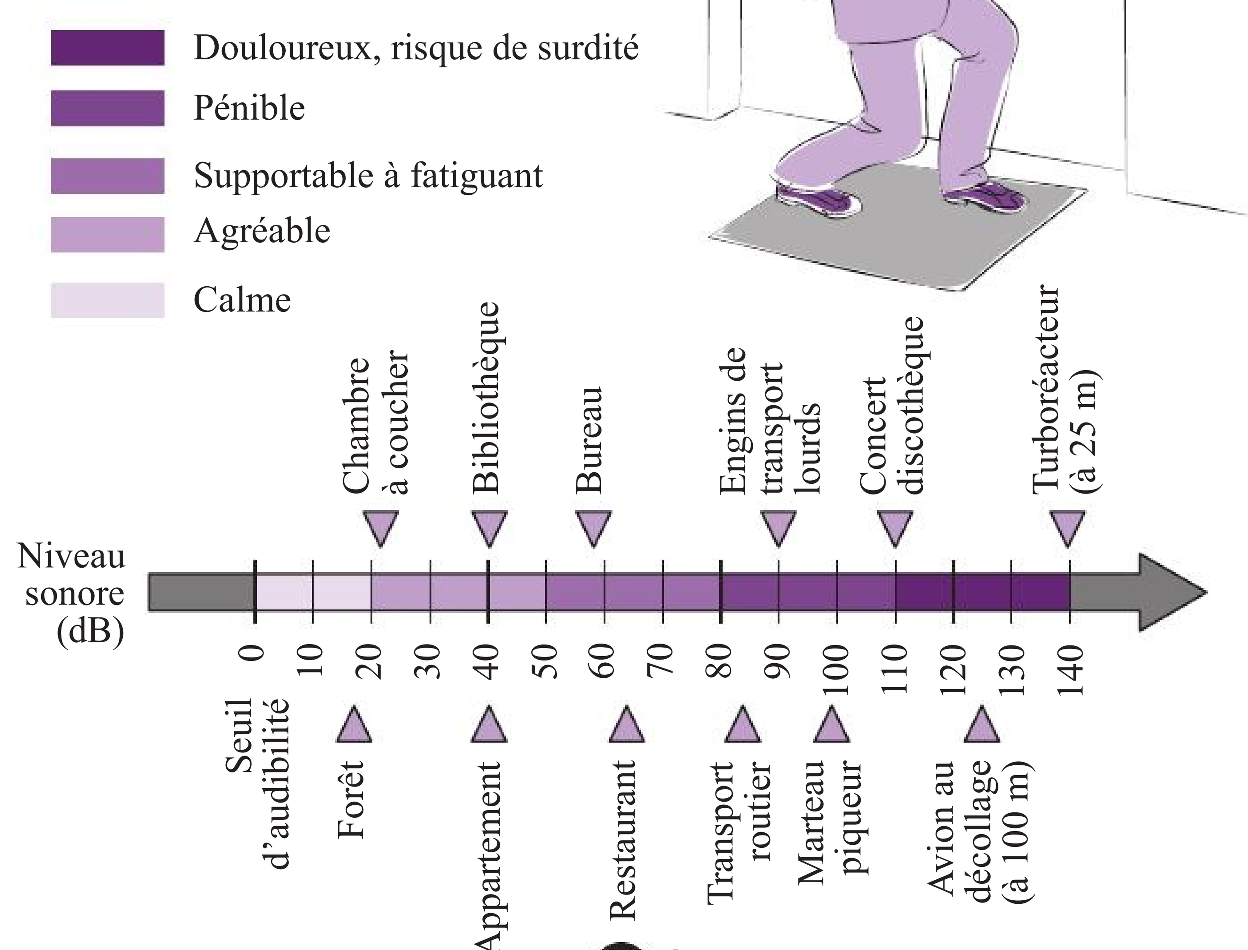
Notions élémentaires



Le son est une sensation auditive engendrée par une onde acoustique qui est transmise à l'oreille (a). Le bruit, souvent associé à la notion de gêne, est le mélange complexe de sons de fréquences différentes. L'échelle des bruits (b) est comprise entre 0 décibels (dB) (seuil d'audibilité pour l'oreille humaine) et 120 dB (seuil de douleur).



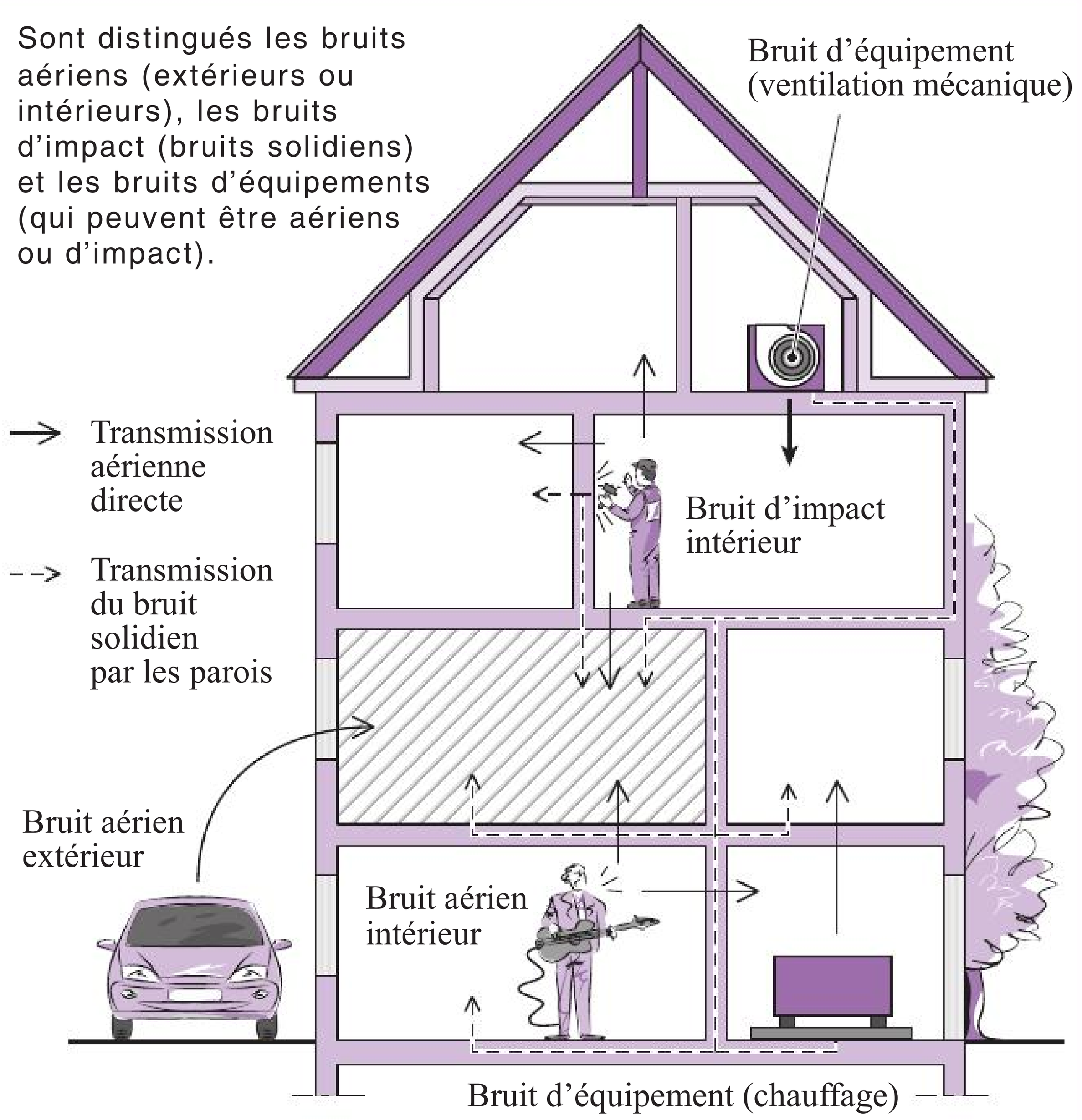
a Structure interne de l'oreille



b Échelle des bruits

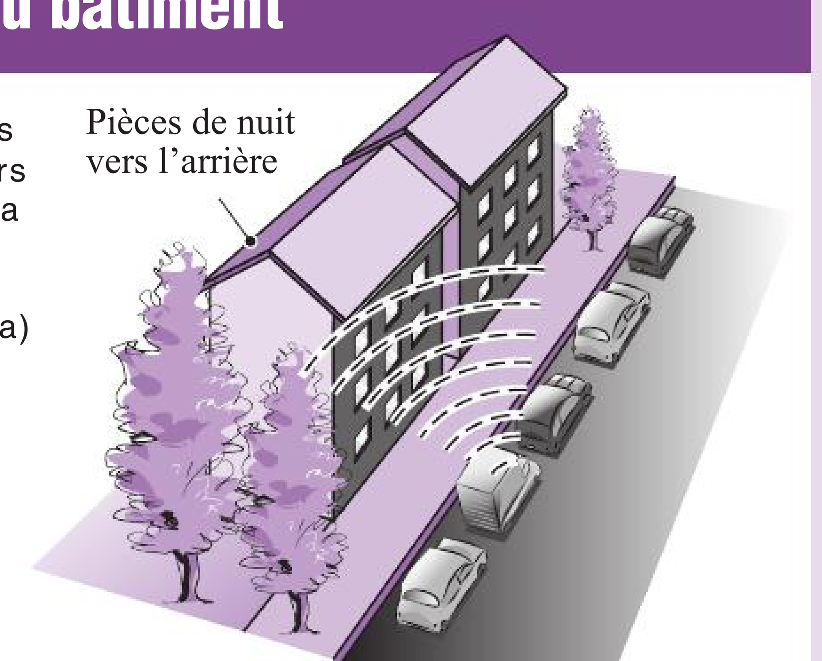
Sources de bruits dans les habitations

Sont distingués les bruits aériens (extérieurs ou intérieurs), les bruits d'impact (bruits solidiens) et les bruits d'équipements (qui peuvent être aériens ou d'impact).

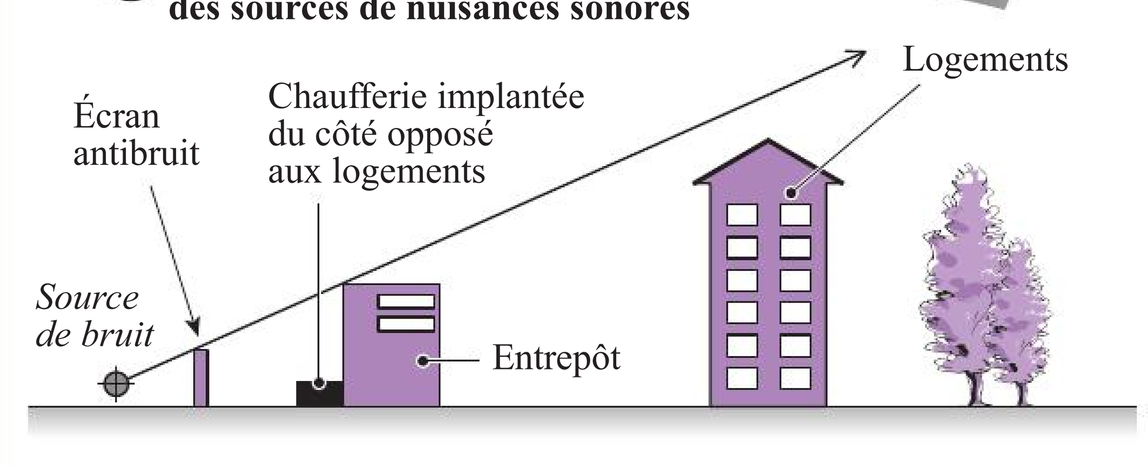


Implantation du bâtiment

La protection contre les bruits aériens extérieurs peut être assurée par la position des pièces à vivre du bâtiment par rapport à la nuisance (a) ou par un obstacle interposé (b) : écran antibruit ou bâtiment peu sensible au bruit.



a Éloignement des pièces de nuit des sources de nuisances sonores

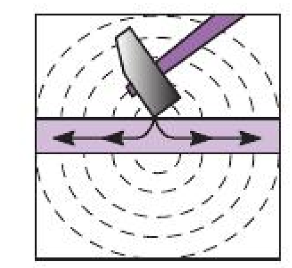


b Bâtiment faisant obstacle au bruit

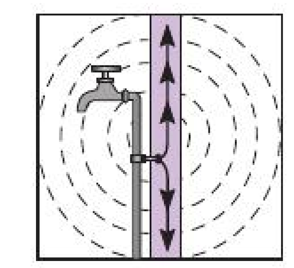
Transmission des bruits

Deux catégories de bruit sont distinguées :
- les bruits aériens dont le milieu de propagation est l'air (voix, musique, voiture, etc.) ;
- les bruits solidiens dont le milieu de propagation est un solide (pas, chute d'objet, etc.).

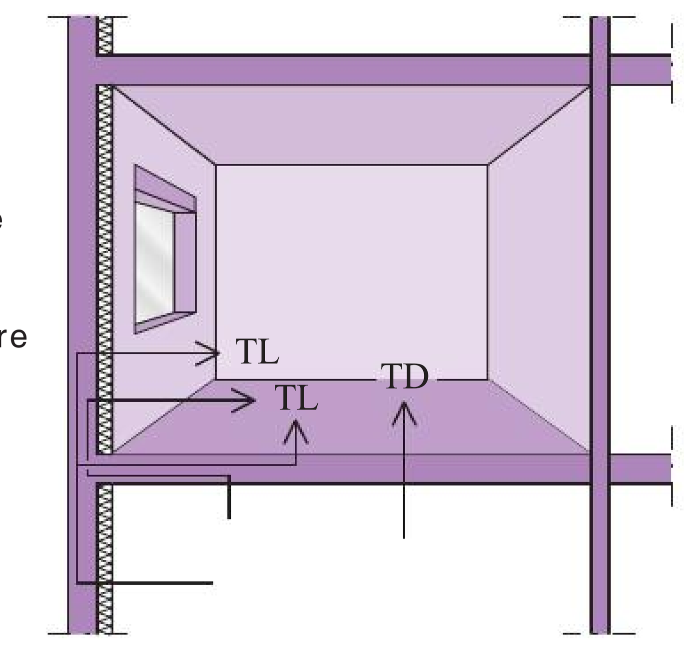
La transmission de ces bruits peut être directe ou indirecte (transmissions latérales ou parasites).



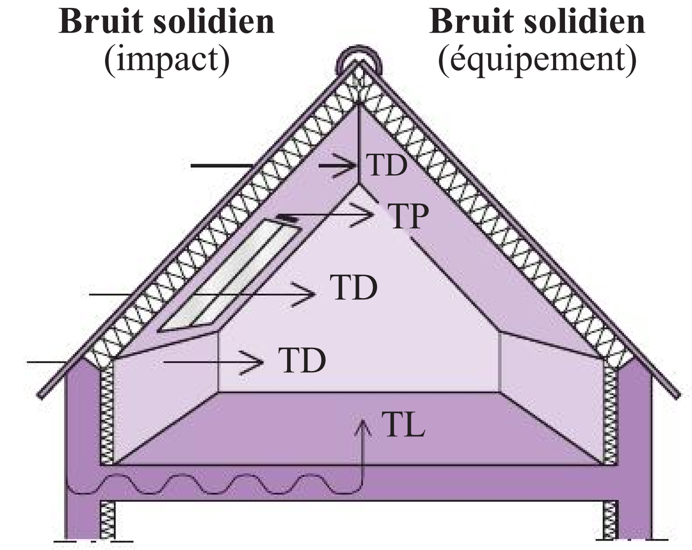
Bruit solidien (impact)



Bruit solidien (équipement)

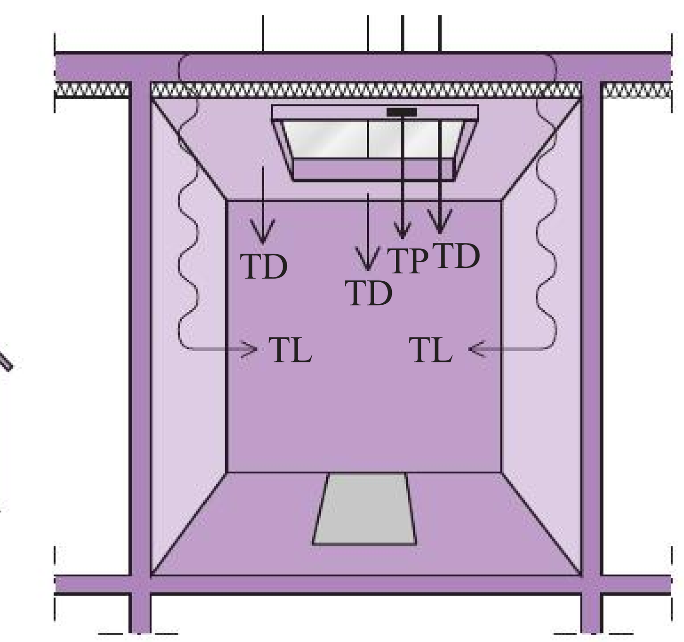


Transmission des bruits entre deux locaux intérieurs



TD : transmissions directes
TL : transmissions latérales
TP : transmissions parasites

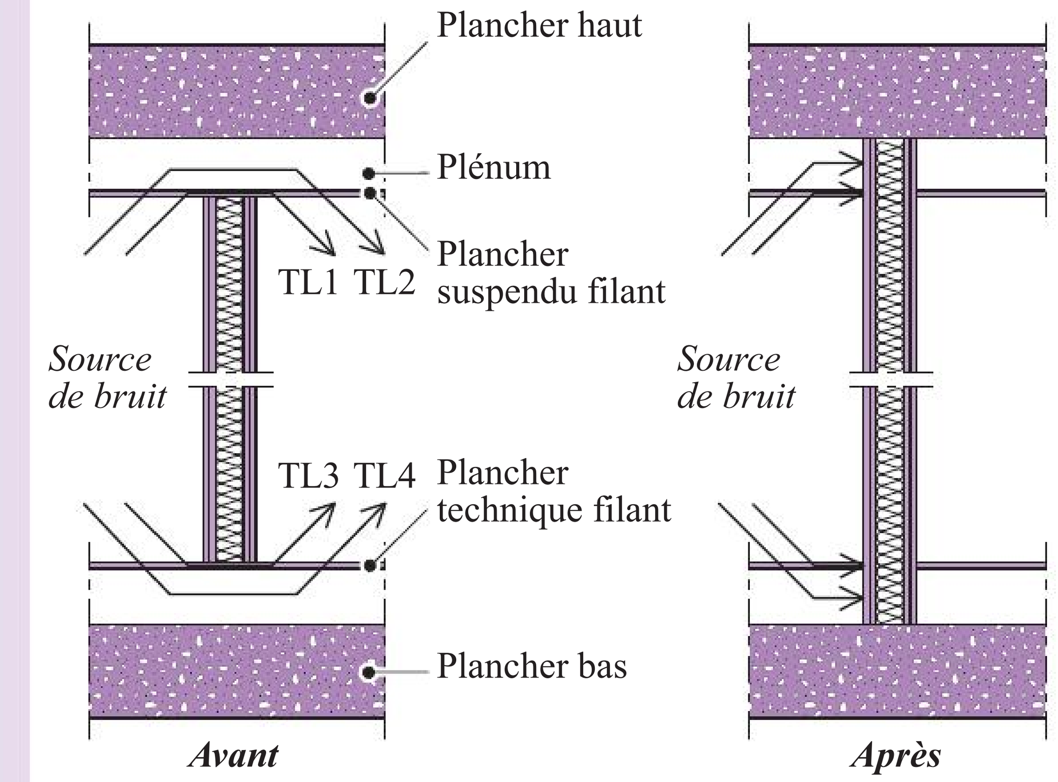
Transmission des bruits de l'extérieur vers une pièce sous toiture



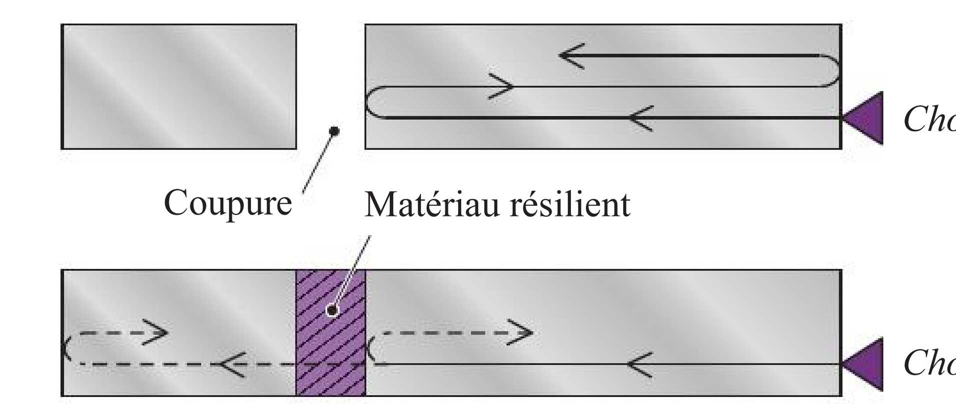
Transmission des bruits aériens de l'extérieur vers l'intérieur

Protections

L'isolation acoustique permet de réduire la transmission de l'énergie depuis les sources qui la produisent jusqu'aux lieux qui doivent être protégés.



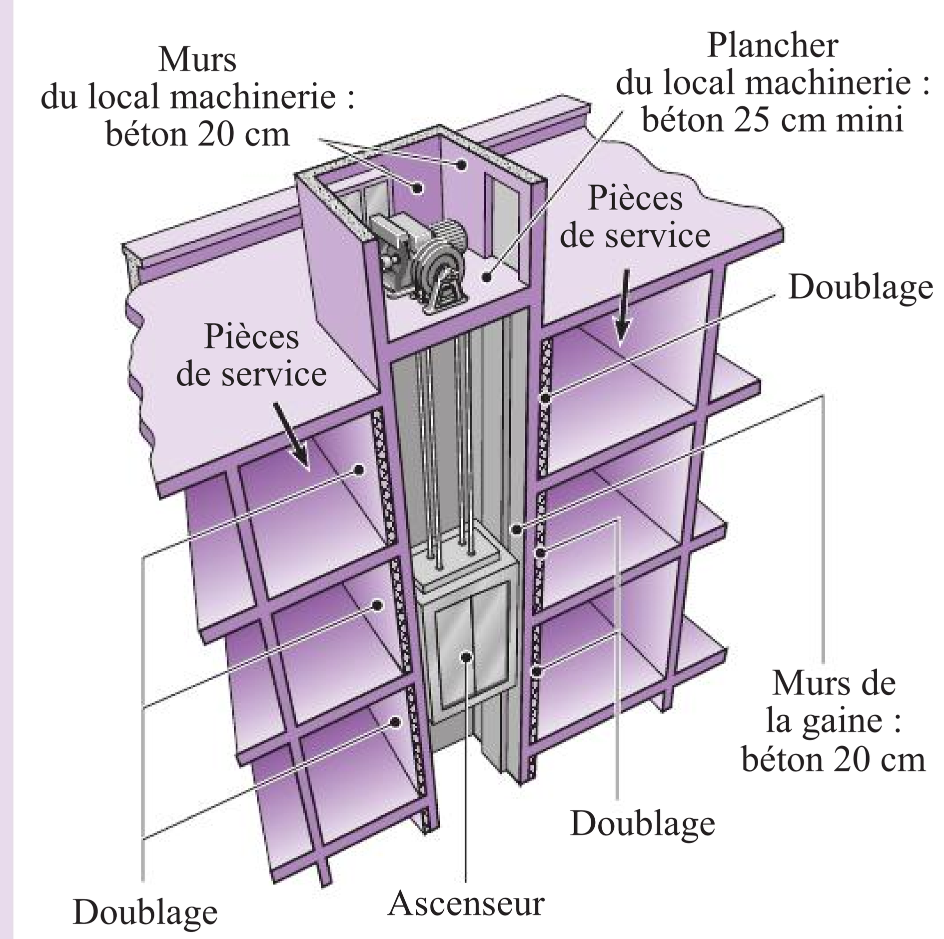
Exemple de protection contre les bruits aériens



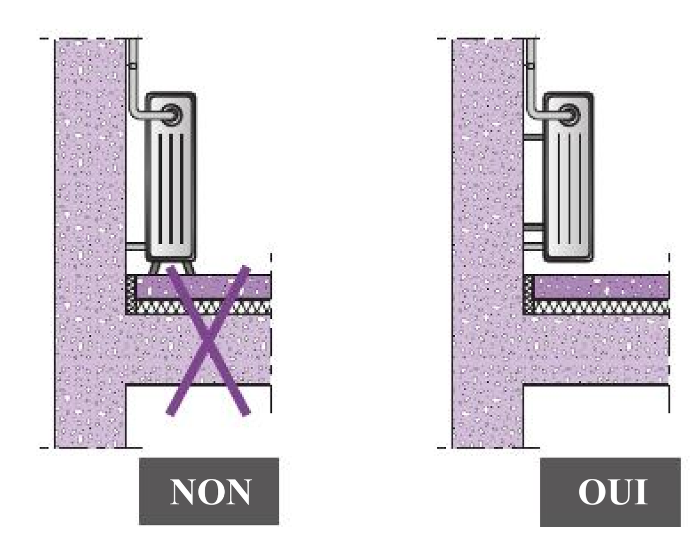
Principe général de protection contre les bruits solidiens

Protection contre les bruits d'équipements

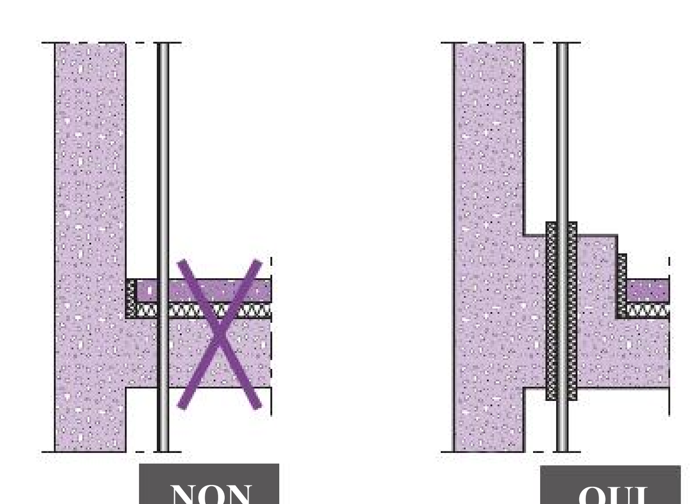
Les bruits d'équipements ont souvent deux origines : aérienne du fait du rayonnement de la carcasse de l'appareil, et solidienne à cause des vibrations transmises aux autres pièces du bâtiment par ses points de contact ou ses fixations (ventilation, coup de bélier, etc.).
L'amélioration acoustique peut être obtenue en respectant les précautions suivantes :
- limitation de la pression d'eau ;
- désolidarisation des appareils sanitaires ;
- fixation souple des canalisations ;
- traitement des cages d'ascenseur ;
- fixation des moteurs à l'aide de *silentblocs*, etc.



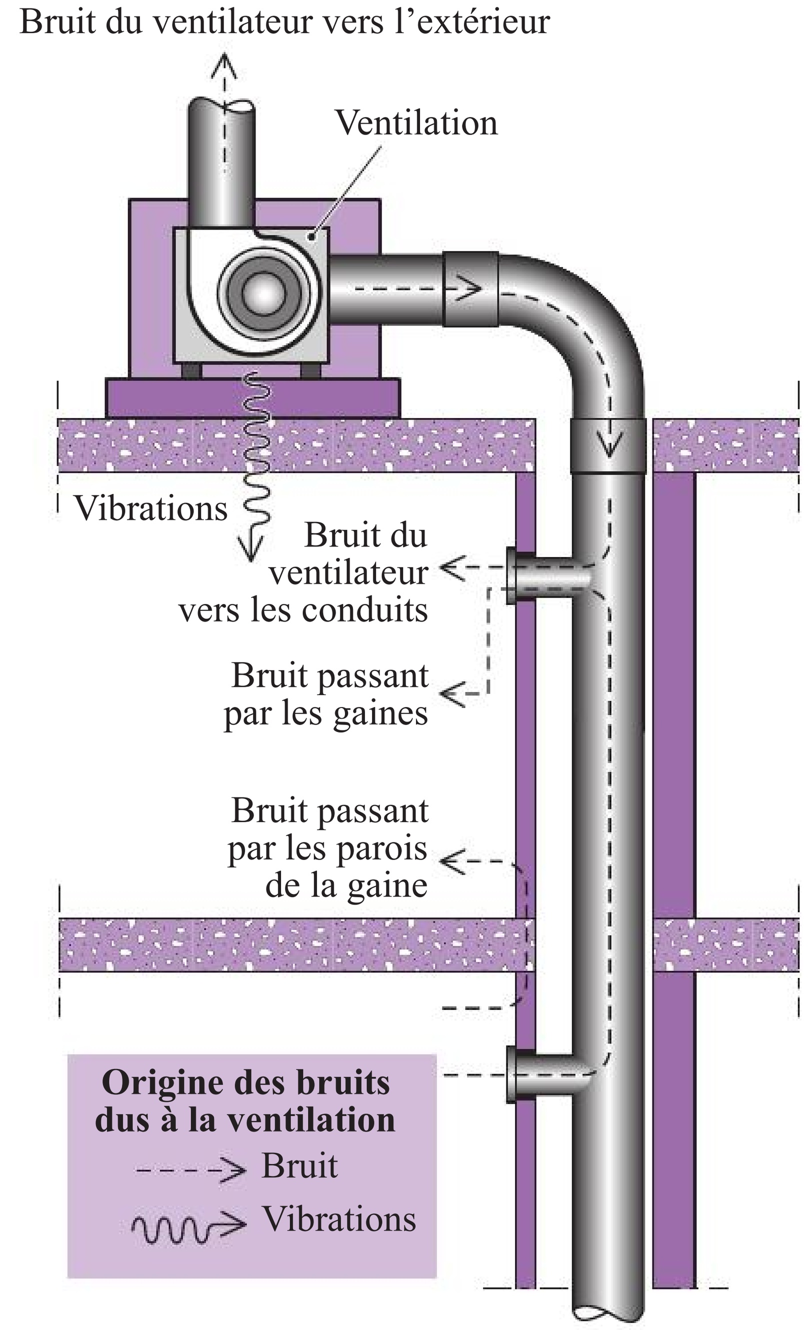
Isolation acoustique d'un ascenseur



Suppression des pieds d'un radiateur



Traitement d'une canalisation



Bruits dus à la ventilation

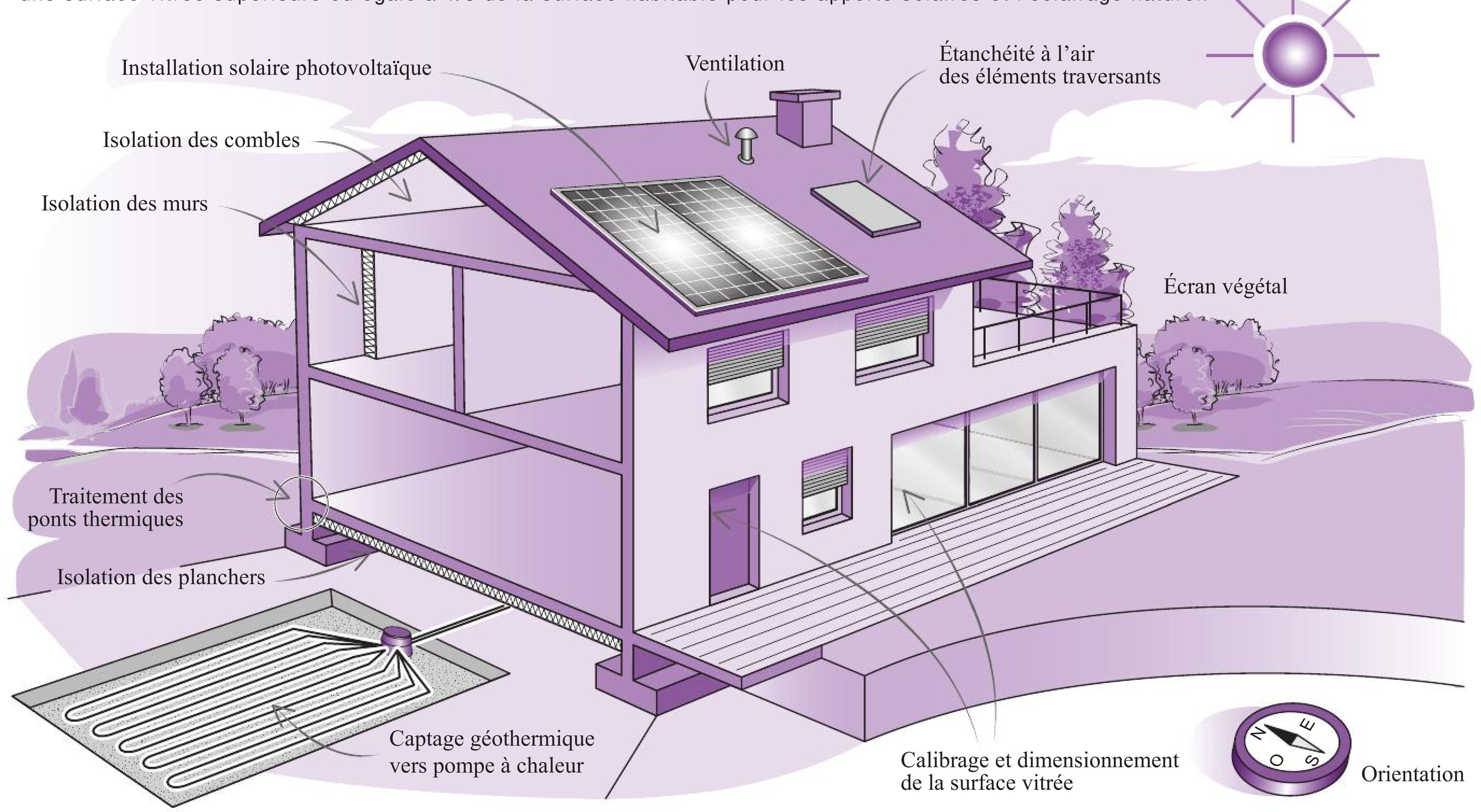
Comment ça marche

Bâtiments basse consommation

Pour un usage d'habitation et selon le label Effinergie, le bâtiment basse consommation (BBC) doit présenter une consommation d'énergie primaire inférieure à 50 kWh/m²/an pour les postes suivants : chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation, éclairage et refroidissement. Le bâtiment basse consommation permet d'obtenir des économies d'énergie, un surcroît de confort thermique et acoustique et offre un confort sanitaire accru.

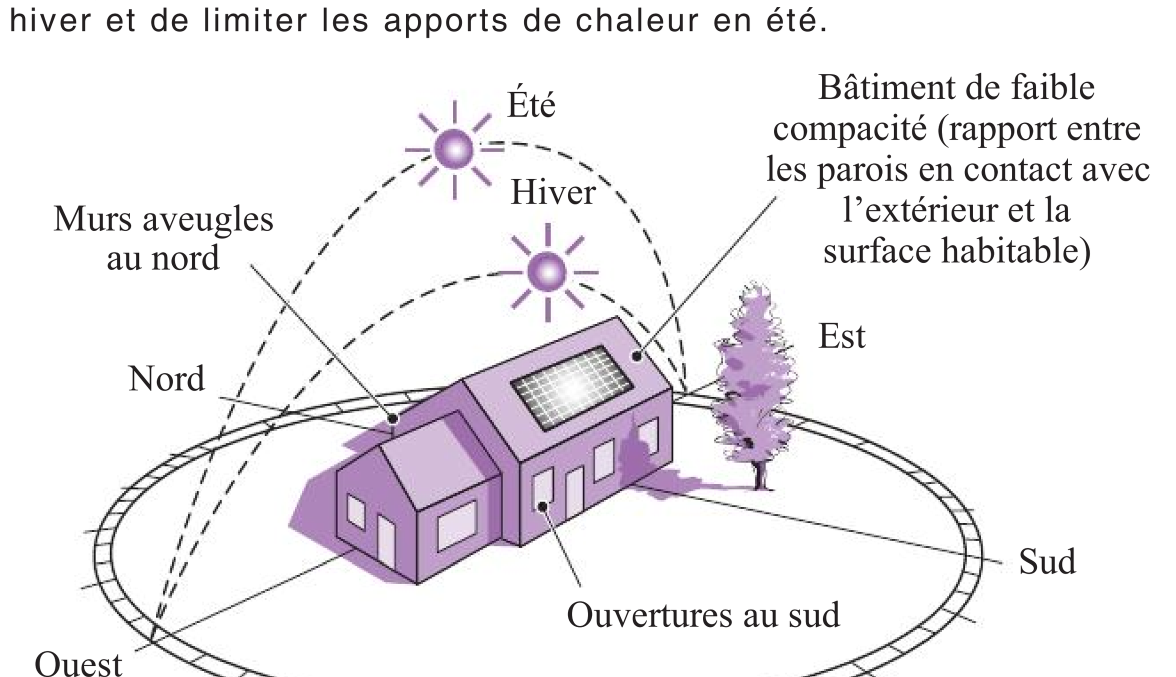
Caractéristiques d'un bâtiment basse consommation

La réglementation laisse au concepteur le choix des moyens, en imposant toutefois trois exigences :
- la réduction des ponts thermiques ;
- la réduction de la perméabilité à l'air ;
- une surface vitrée supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable pour les apports solaires et l'éclairage naturel.



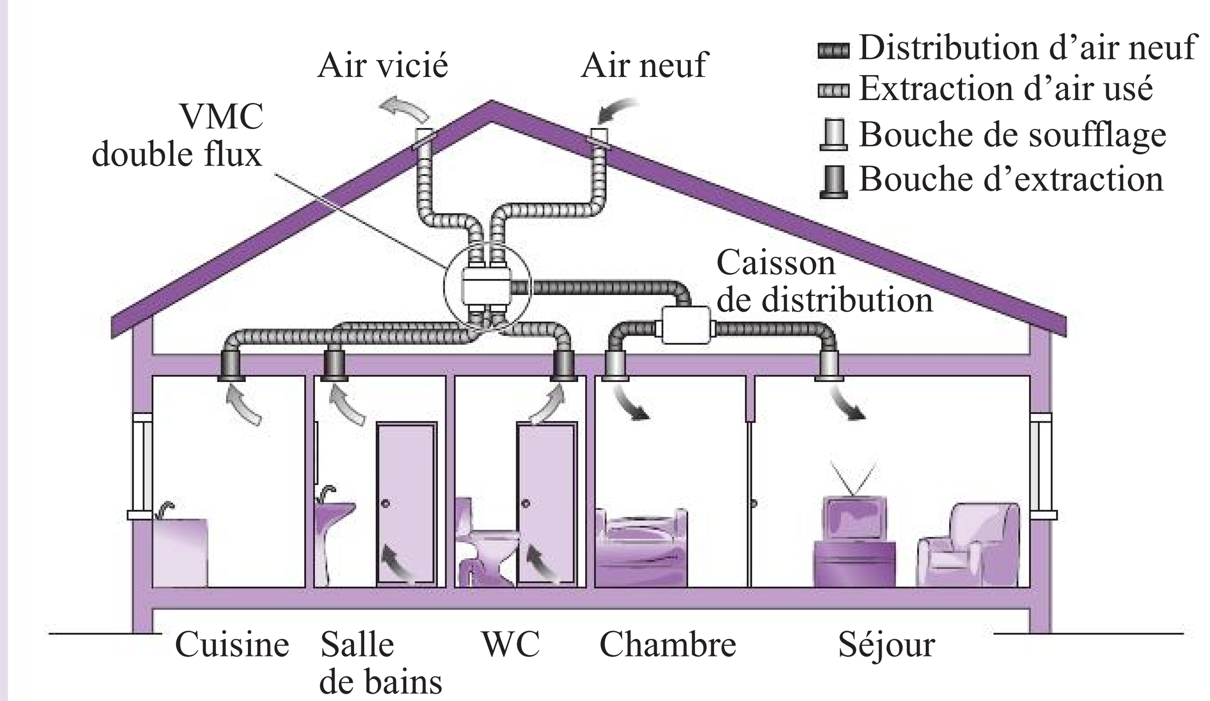
Orientation

L'orientation adaptée d'un bâtiment permet la maîtrise des apports solaires qui peuvent représenter un gain de 15 à 20 % des besoins énergétiques. L'objectif est de récupérer la chaleur du soleil en hiver et de limiter les apports de chaleur en été.



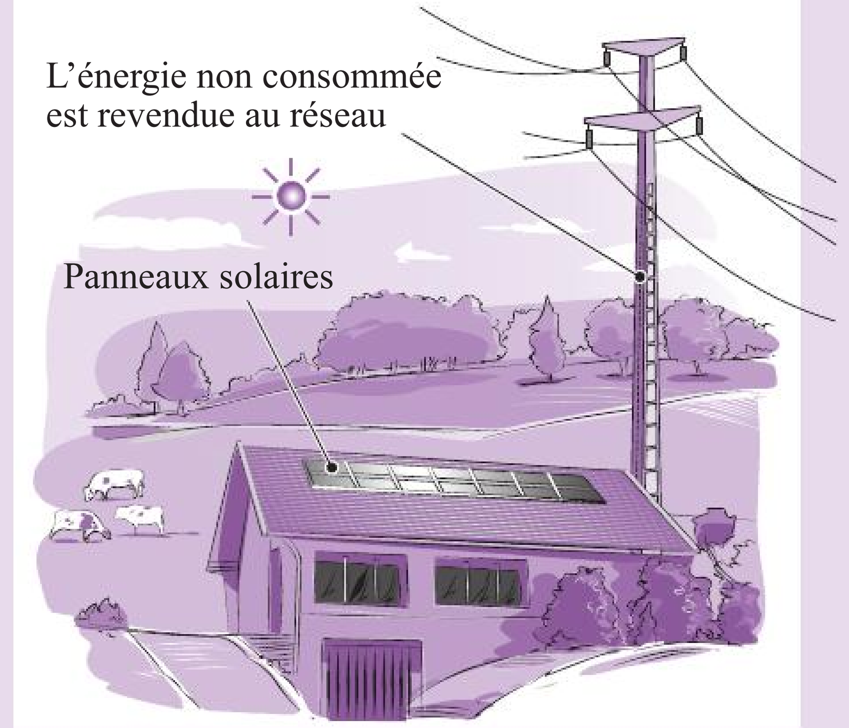
Ventilation

Afin d'éviter tout confinement, de préserver la qualité de l'air et d'éliminer l'humidité et les polluants, il convient d'installer une ventilation mécanique contrôlée (VMC) qui assure le renouvellement de l'air.



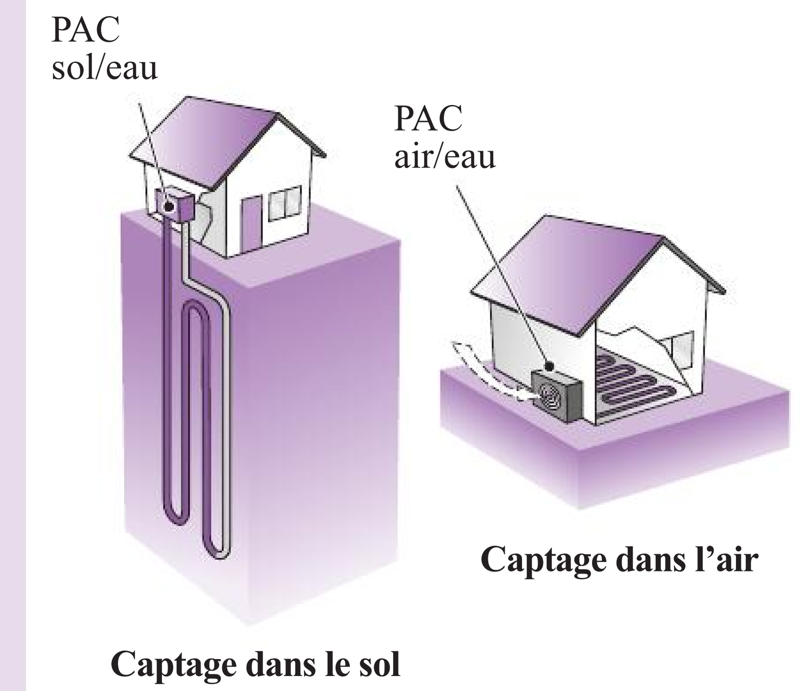
Solaire photovoltaïque

Une installation solaire photovoltaïque produit de l'électricité à partir du rayonnement solaire. En couverture ou en façade, les panneaux sont parfaitement intégrés au bâti.



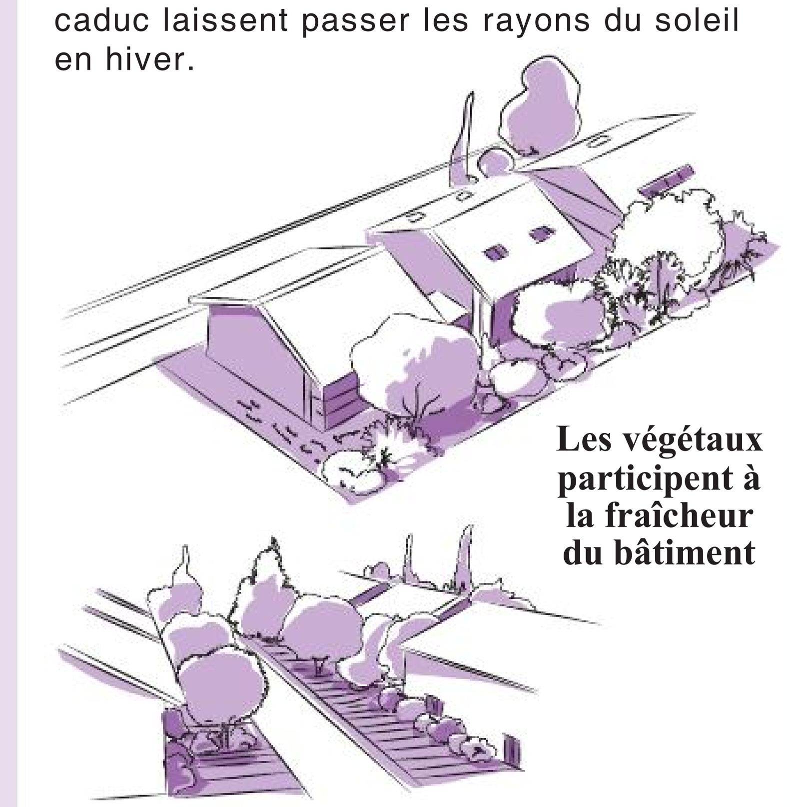
Pompe à chaleur

Les pompes à chaleur (PAC) captent la chaleur extérieure dans le sol, dans l'air ou dans l'eau et la restituent à l'intérieur du bâtiment.



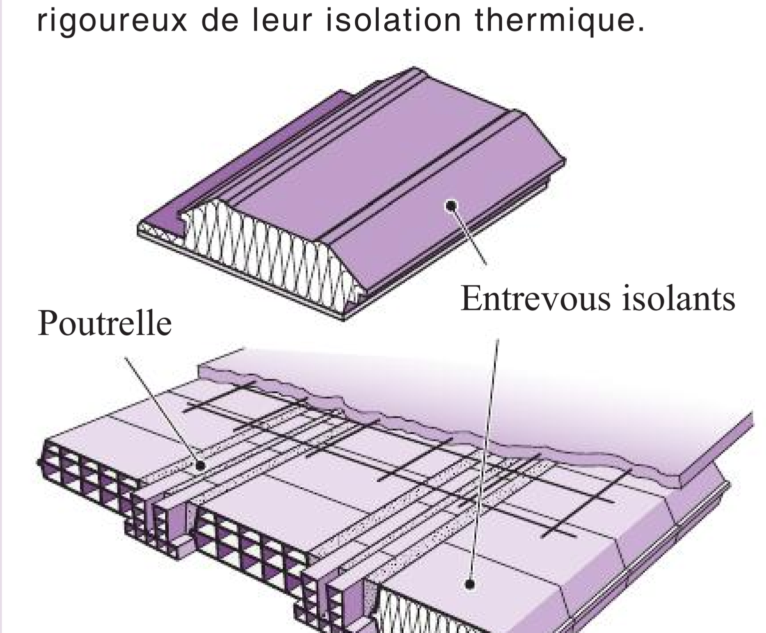
Écran végétal

Des plantations à l'ouest créent de l'ombre l'après-midi en été. Les plantes à feuillage caduc laissent passer les rayons du soleil en hiver.



Isolation des planchers

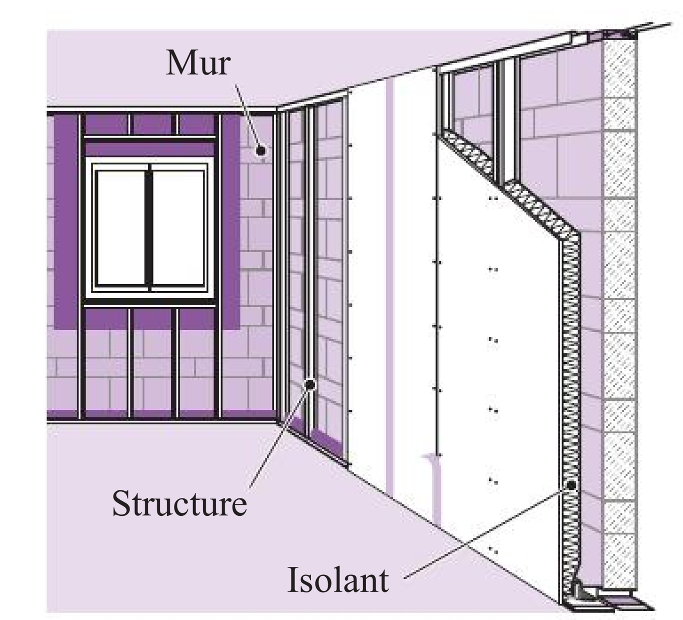
7 % des déperditions thermiques proviennent des dalles inférieures des bâtiments et 5 % des dalles supérieures. L'optimisation énergétique passe par un traitement rigoureux de leur isolation thermique.



Plancher isolant

Isolation des murs

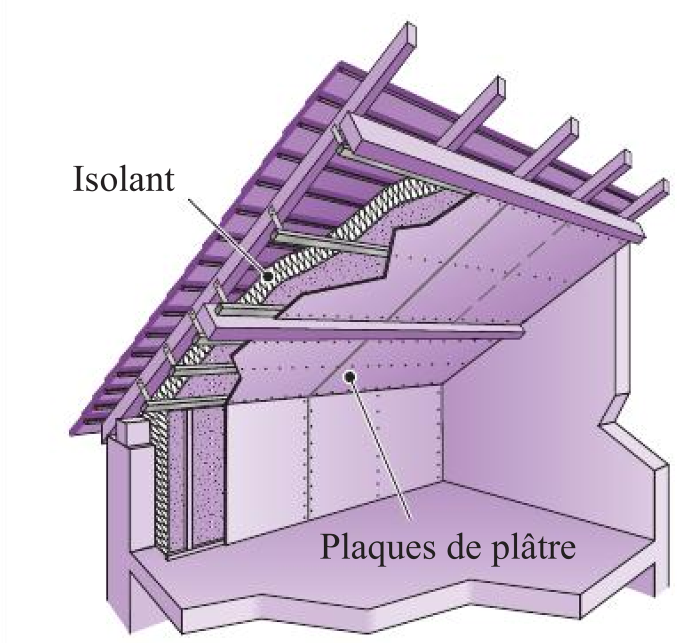
L'isolation thermique permet de retenir la chaleur en hiver, d'éviter son entrée en été et réduit les nuisances sonores.



Panneaux isolants sur support métallique

Isolation des combles

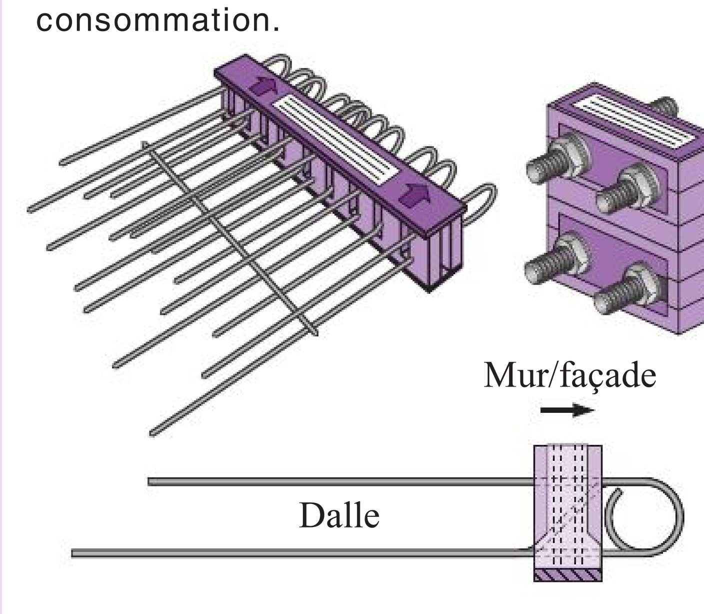
L'air chaud qui s'échappe par la toiture représente jusqu'à 30 % des déperditions d'énergie. Une isolation par l'intérieur (ITI) ou par l'extérieur (ITE) doit être prévue.



Isolant entre pannes (charpente traditionnelle)

Ponts thermiques

Les ponts thermiques sont des discontinuités entre les matériaux et les parois de structure qui entraînent des déperditions pouvant atteindre 30 %. Ils doivent être traités pour obtenir un bâtiment à basse consommation.

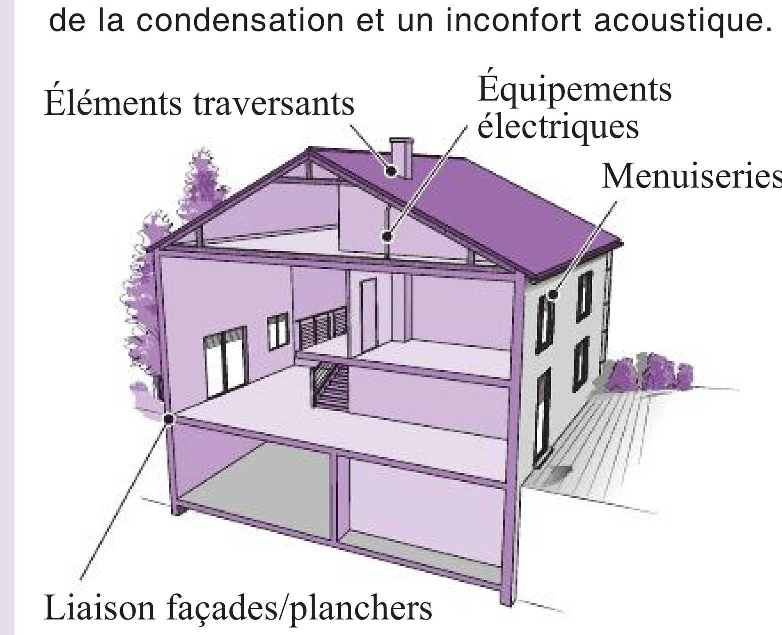


Rupteurs de ponts thermiques

Source : Rupteur Schöck × 3

Étanchéité à l'air

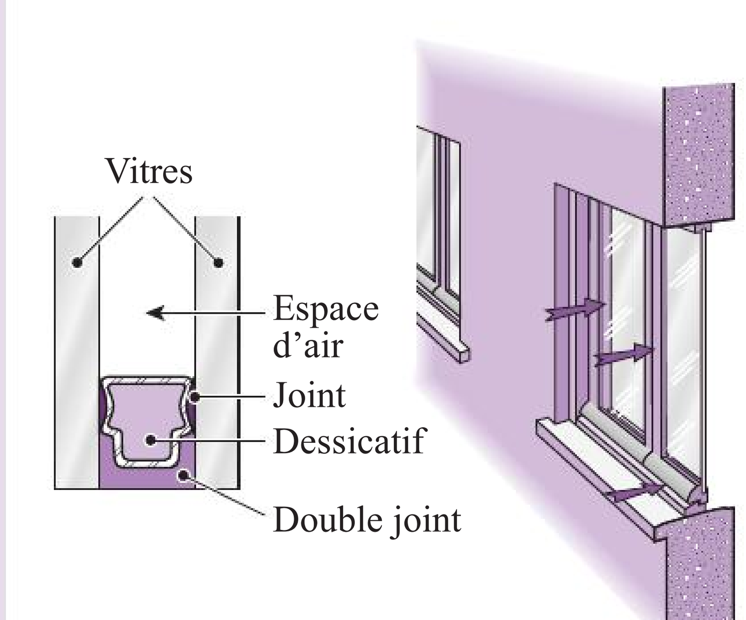
Une mauvaise étanchéité à l'air peut augmenter le renouvellement d'air du bâtiment de 25 %, ce qui entraîne une augmentation de la consommation d'énergie, de la condensation et un inconfort acoustique.



Sources de fuites d'air

Portes et fenêtres

La performance thermique d'une menuiserie participe à limiter la perte de chaleur. Elle dépend de la performance du vitrage et de la qualité de sa mise en œuvre.



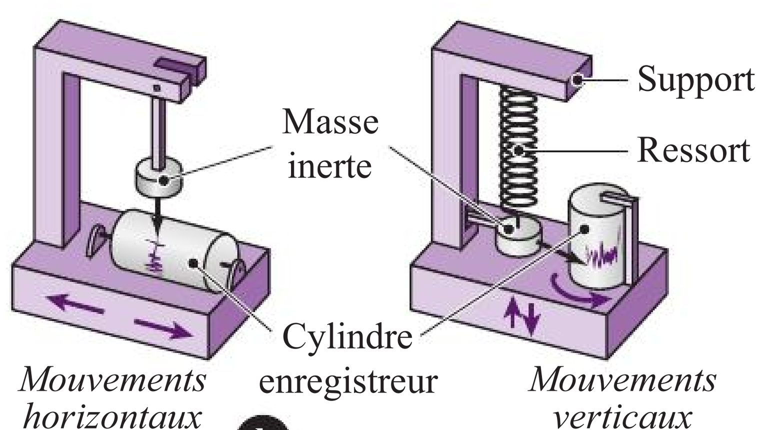
Double vitrage isolant

Constructions parasismiques

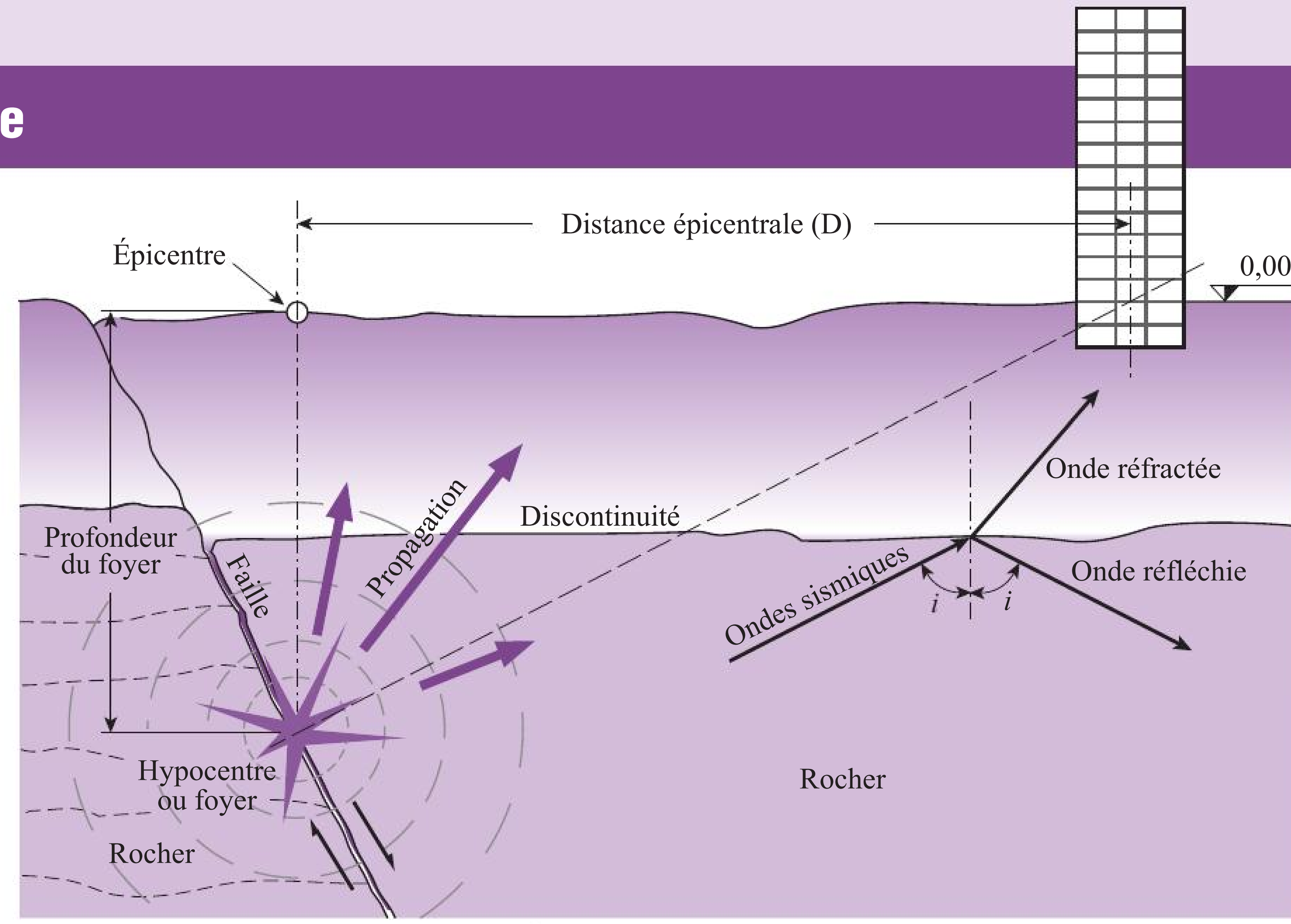
Un séisme, ou tremblement de terre, résulte de la fracturation des roches en profondeur et se traduit en surface par des vibrations du sol. Les bâtiments réagissent différemment aux vibrations sismiques selon la nature des sites et la distance des constructions par rapport à l'épicentre du séisme. Les accélérations sismiques exercent des efforts dynamiques horizontaux et verticaux sur les constructions.

Caractéristiques d'un séisme

La force des séismes (a) se mesure selon deux échelles :
- l'échelle de magnitude (échelle de Richter) qui exprime la puissance des séismes. La magnitude est calculée à partir des enregistrements des sismographes (b). Elle permet de comparer la puissance des séismes indépendamment de leurs effets ;
- l'échelle d'intensité qui caractérise les effets visibles d'un séisme sur un site (dégâts sur les personnes, les constructions et l'environnement). Elle est maximale à l'épicentre et décroît en s'en éloignant.



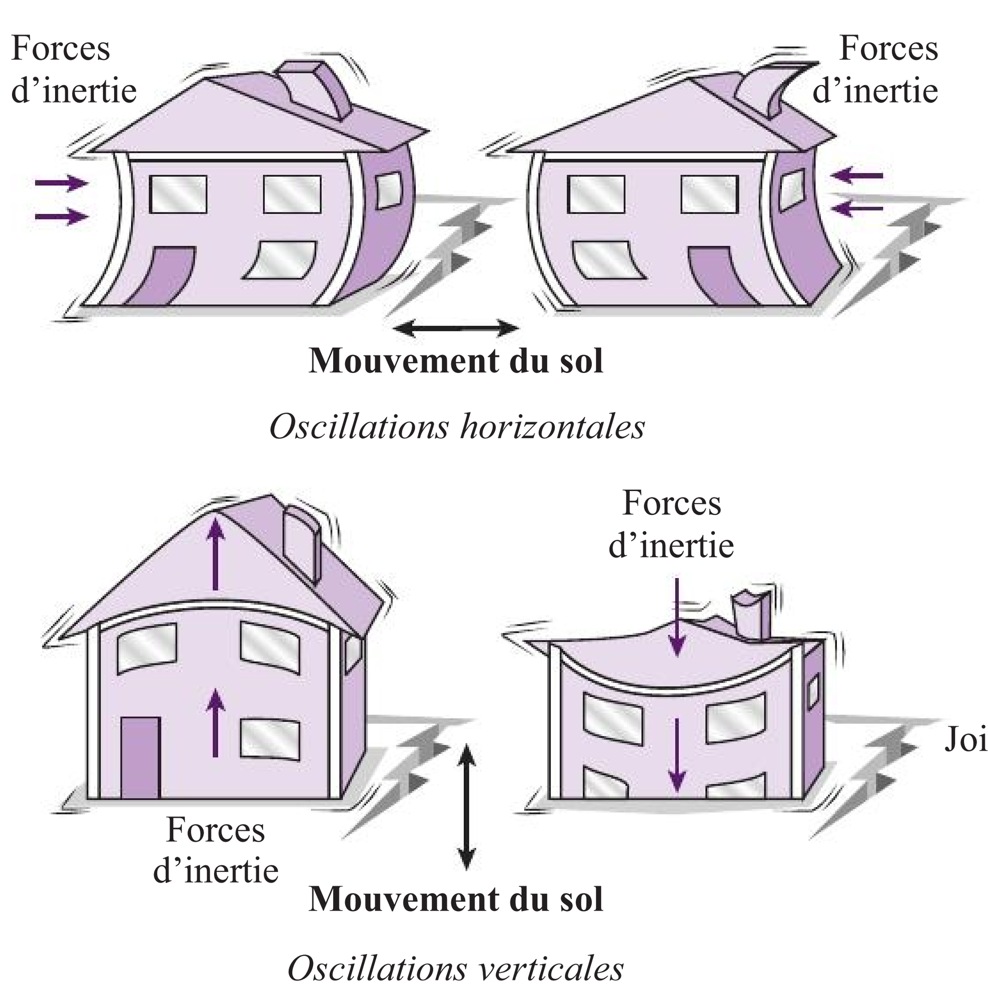
b Sismographes



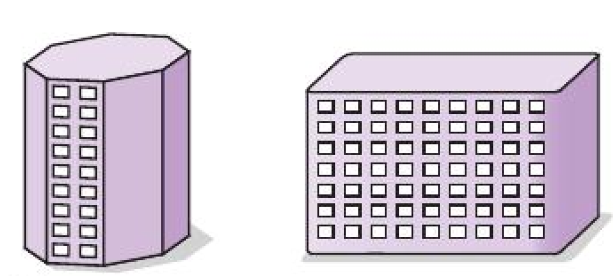
a Principe d'un séisme

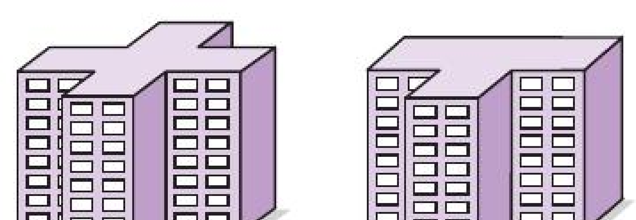
Formes et comportement des bâtiments

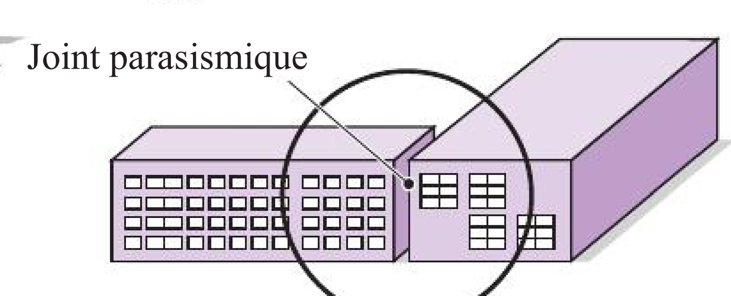
Les mouvements du sol font osciller les structures et les soumettent simultanément à des oscillations horizontales et verticales (a). La manière dont les bâtiments se comportent lors d'un tremblement de terre dépend de la conception et des matériaux de leur structure. Afin d'éviter la résonance du bâtiment avec le sol, une construction rigide sera choisie pour les sols mous, et une construction plus flexible pour les sols fermes ou rocheux. Les formes simples (b) sont préférables aux formes complexes qui présentent des risques importants (c) : il est donc recommandé de fractionner un bâtiment complexe en formes simples au moyen de joints de séparation vides de tout matériau, appelés joints parasismiques (d).



a Effet des oscillations sur un ouvrage


b Formes simples (recommandées)


c Formes complexes (à éviter)



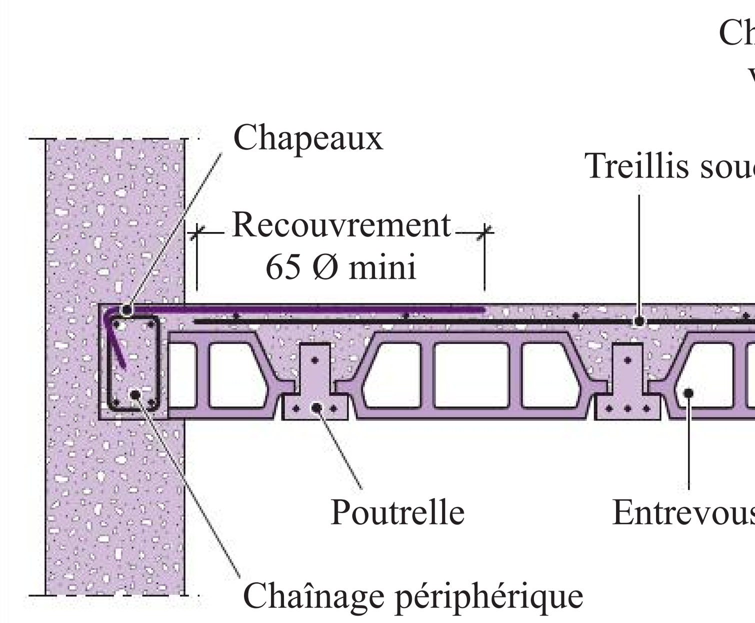
d Fractionnement en formes simples



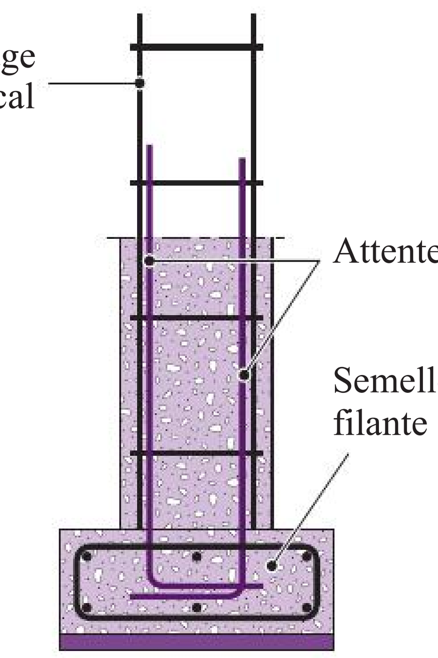

Effets d'un séisme sur un bâtiment

Règles constructives des ouvrages maçonnés

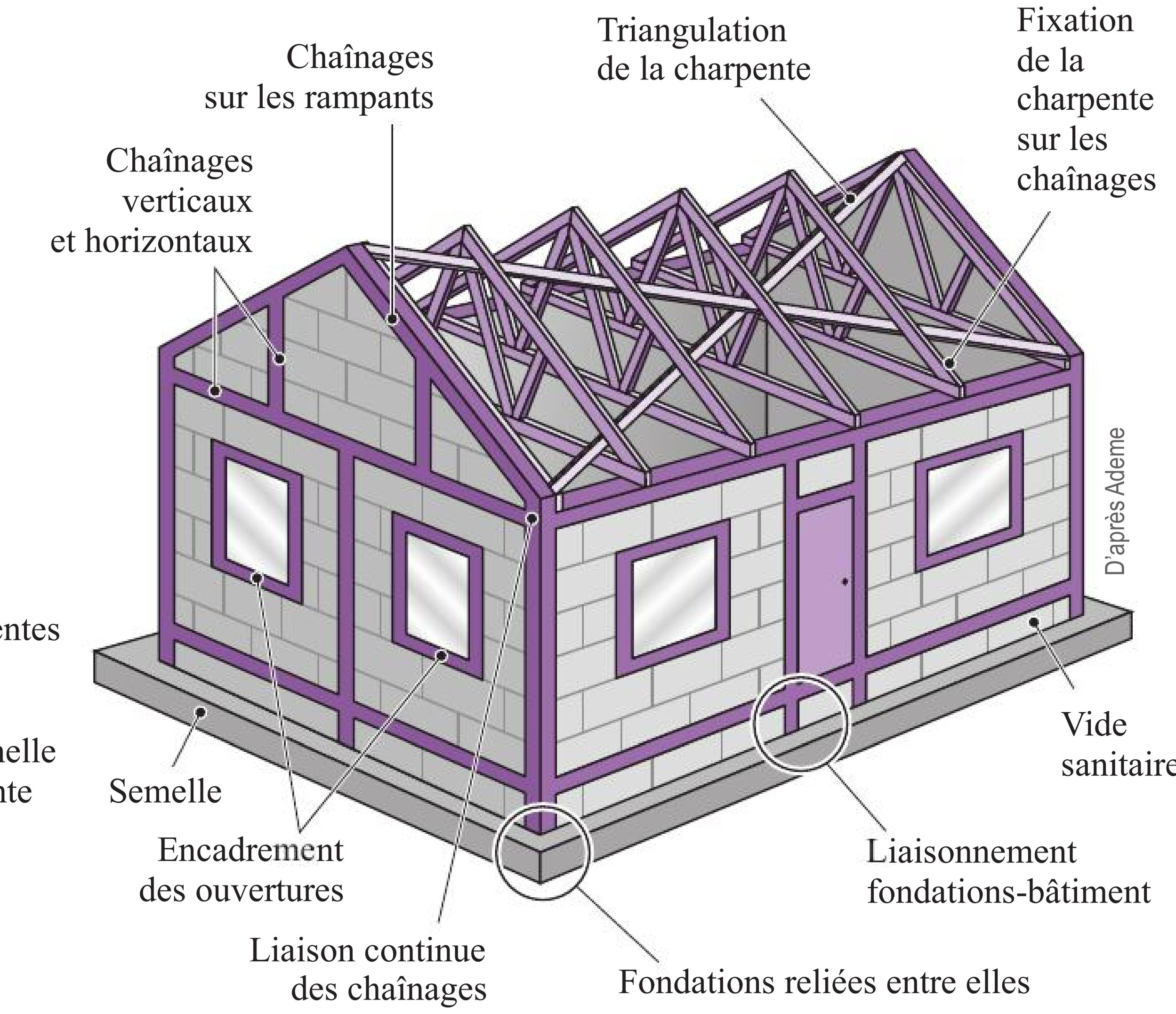
Les constructions simples ne doivent comporter ni décrochement important en plan ou en élévation, ni plancher en porte-à-faux, ni balcon d'une portée supérieure à 1,50 m. Les armatures de chaînage périphérique des planchers doivent répondre à des exigences précises (a). Des attentes dans les semelles filantes permettent de les relier aux chaînages verticaux (b). Un chaînage continu doit être assuré des fondations à la charpente (c). Aux angles des fondations, des liaisonnements horizontaux en U doivent s'entrecroiser autour du chaînage vertical. Les encadrements de baies doivent être renforcés et la charpente triangulée.



a Chaînage périphérique des planchers



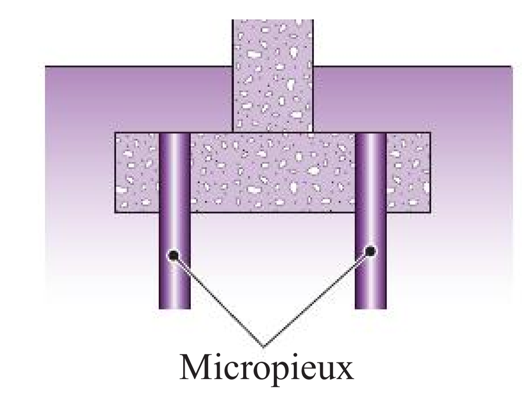
b Chaînages verticaux



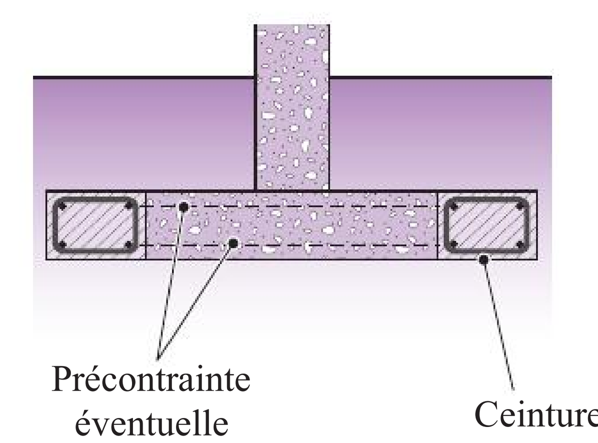
c Principe des chaînages

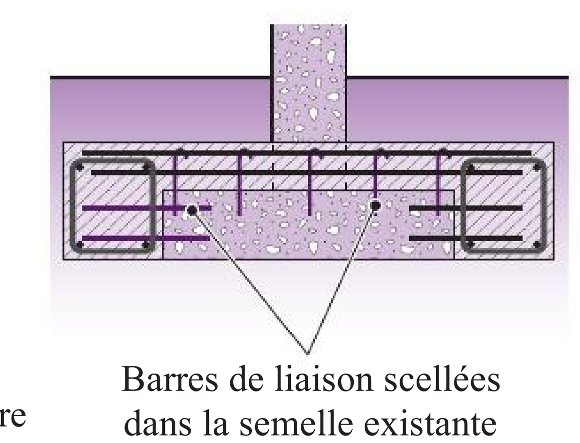
Renforcement des bâtiments existants

Les vibrations sismiques potentielles obligent à renforcer les éléments suivants des bâtiments existants : fondations, liaisons, contreventement, éléments de structure. Chaque technique de renforcement comporte des spécificités et doit être choisie en fonction des contraintes architecturales et d'exploitation.

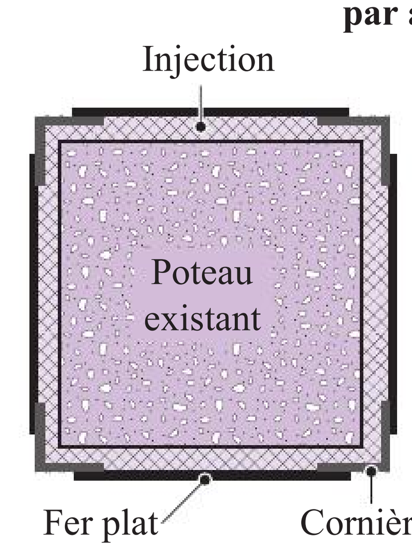


Renforcement d'une semelle par micropieux

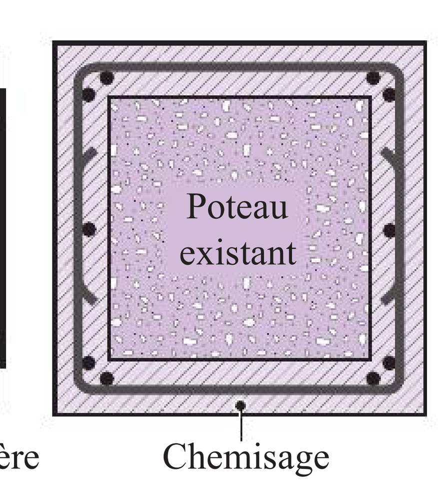




Renforcement d'une semelle par augmentation de la surface

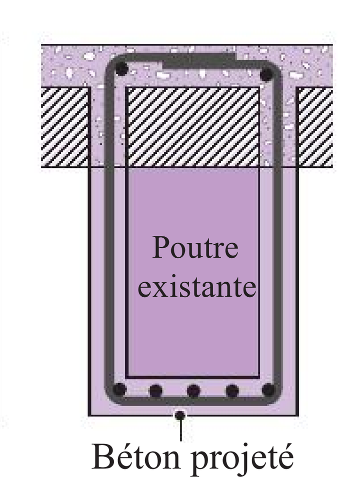


Gainage métallique



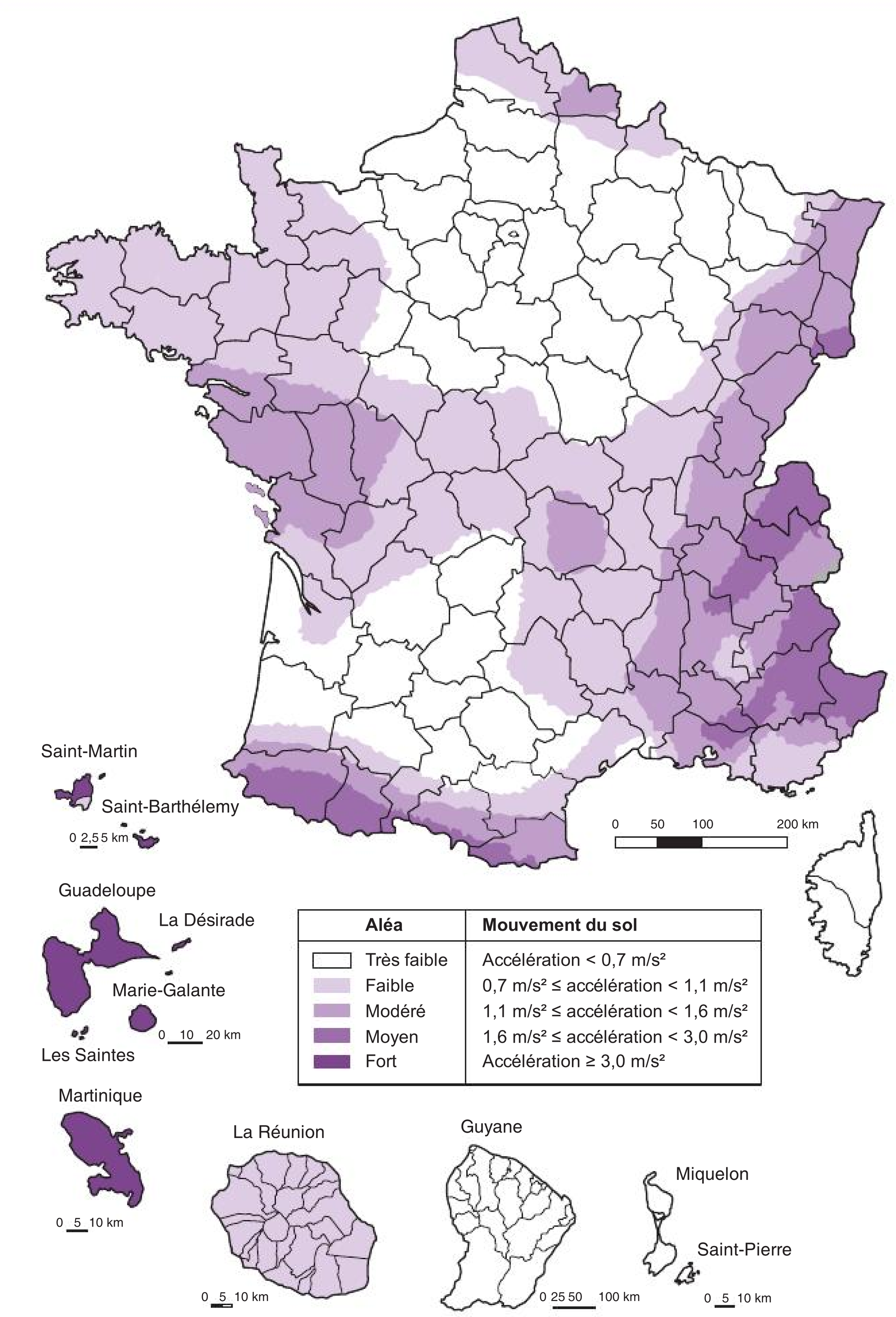
Chemisage en béton armé

Renforcement d'un poteau



Renforcement d'une poutre en béton armé

Zonage sismique de la France



Comment ça marche

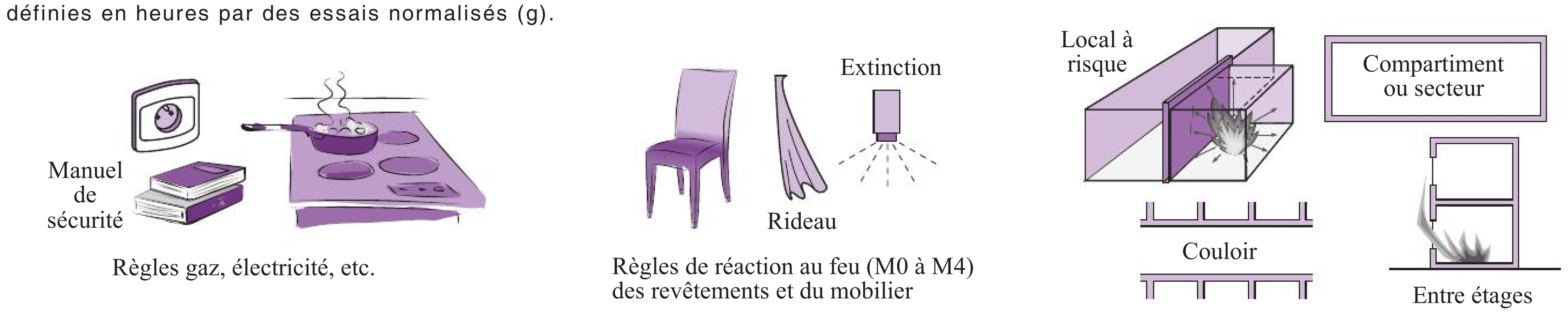
Protection contre l'incendie

La sécurité des personnes et des biens contre l'incendie doit être prise en compte dès la conception des bâtiments, les éléments de construction devant être aptes à résister à l'action du feu. Des moyens de prévention sont mis en œuvre pour éviter la naissance d'un incendie, son développement et sa propagation. Les différentes parties d'un bâtiment doivent permettre l'évacuation des personnes et la sauvegarde des biens dans de bonnes conditions, et les secours doivent pouvoir y intervenir efficacement.

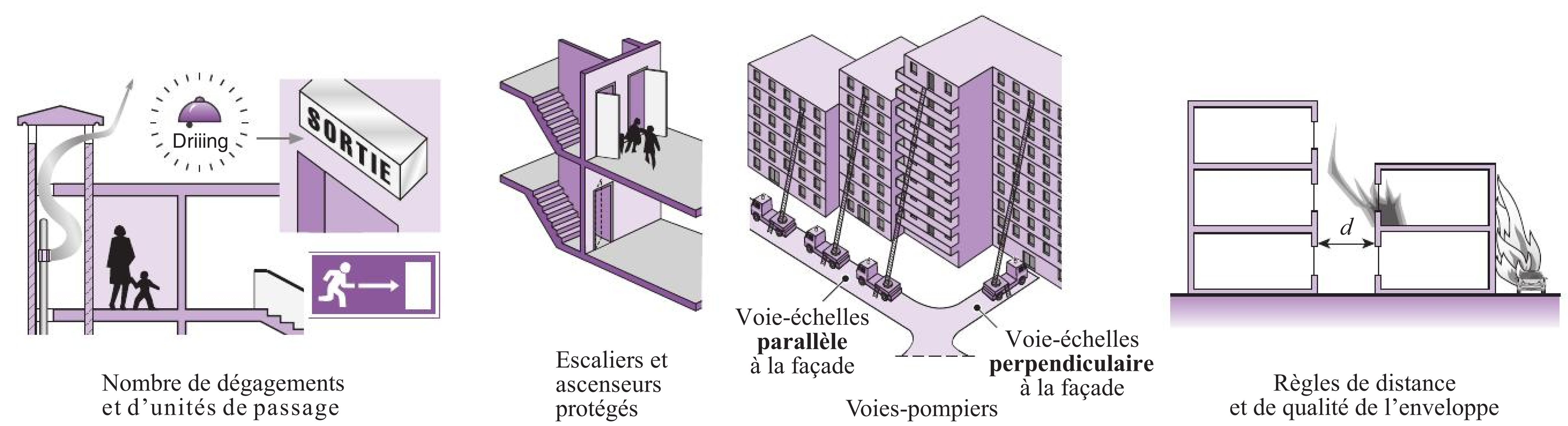
Principes

La protection contre les risques d'incendie a plusieurs objectifs :
- éviter le départ du feu (a) concernant la fabrication et la mise en œuvre des équipements d'électricité, de gaz, etc. ;
- limiter un incendie éventuel (b) en réduisant la part des matériaux inflammables et en prévoyant des moyens d'extinction ;
- confiner l'incendie (c) pour empêcher son extension vers d'autres locaux ;
- assurer l'évacuation ordonnée des occupants (d) par la création de cheminements et dégagements protégés et signalés ;
- faciliter l'accès aux secours (e) avec des voies d'accès pour les véhicules de pompiers et des dégagements protégés ;
- éviter la propagation de l'incendie entre immeubles voisins (f) en limitant l'utilisation de matériaux combustibles dans les toits et façades.

Afin d'assurer la détection du feu, l'évacuation des occupants et l'arrivée rapide des secours, il est nécessaire de maintenir la stabilité du bâtiment le plus longtemps possible. Ainsi, les caractéristiques « stable au feu », « pare-flammes » et « coupe-feu » des matériaux sont définies en heures par des essais normalisés (g).

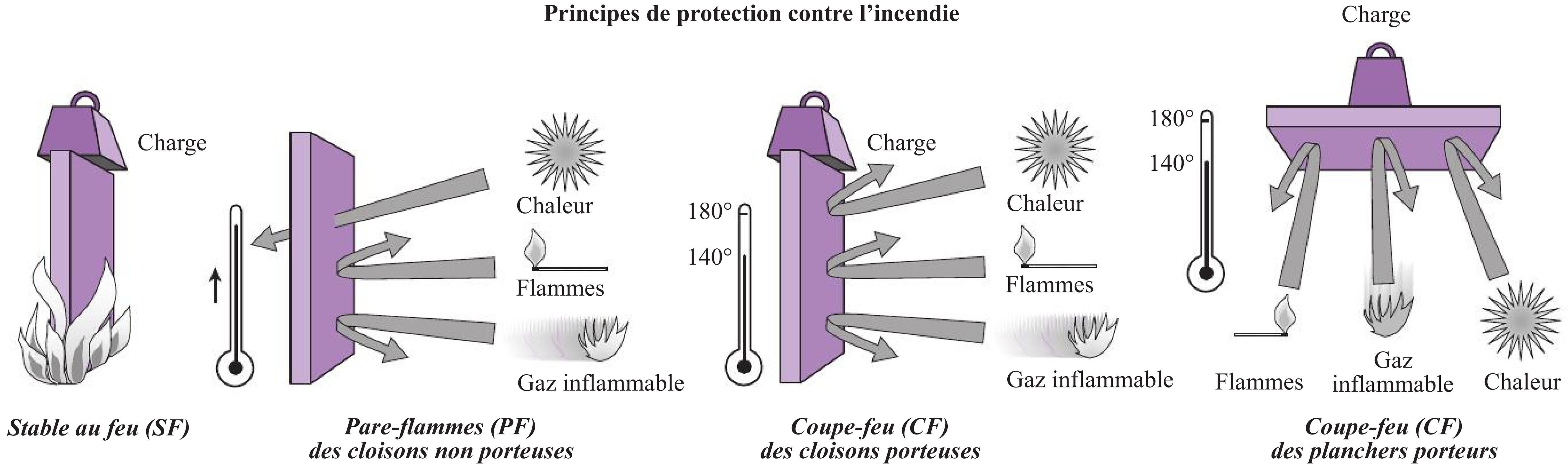


a Éviter le départ du feu — b Limiter l'intensité du feu — c Confiner le feu



d Assurer l'évacuation — e Faciliter l'accès des pompiers — f Éviter la propagation entre immeubles voisins

Principes de protection contre l'incendie

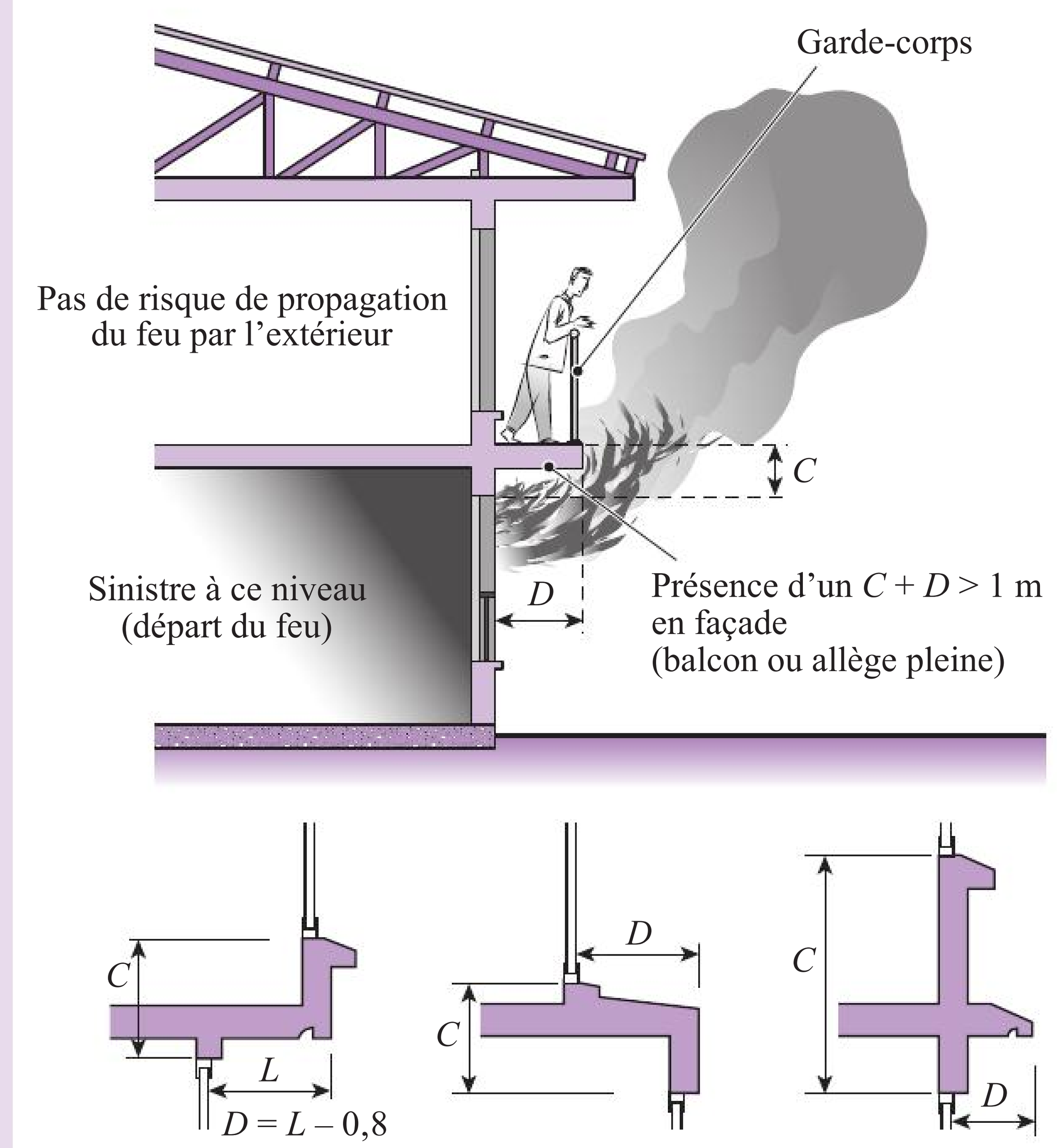


Stable au feu (SF) — *Pare-flammes (PF) des cloisons non porteuses* — *Coupe-feu (CF) des cloisons porteuses* — *Coupe-feu (CF) des planchers porteurs*

g Résistance au feu des ouvrages

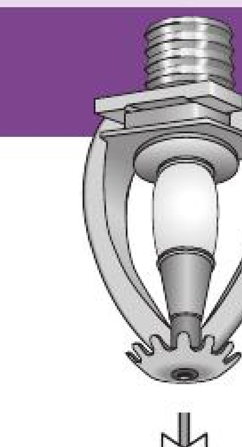
Propagation du feu en façade

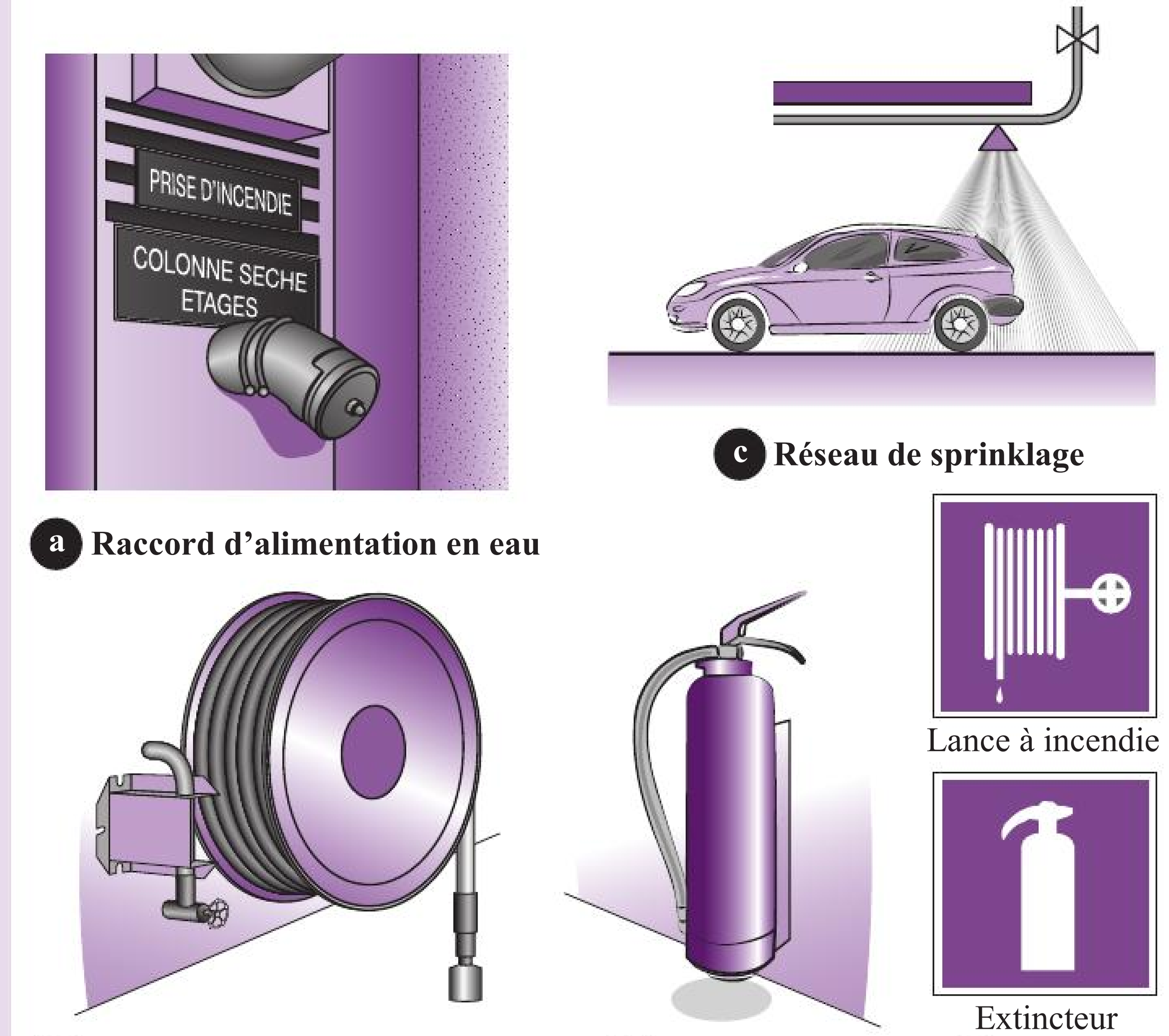
La propagation du feu par les façades doit être maîtrisée afin d'éviter la généralisation d'un incendie éventuel à tous les étages. Une distance minimale de protection contre le passage des flammes, appelée $C + D$, permet d'assurer un écran vertical résistant aux flammes et au passage des fumées.



Moyens d'extinction

Différents moyens d'extinction (mobiles ou fixes) sont utilisés : raccords d'alimentation en eau (a), robinets d'incendie armés (b), réseaux de sprinklage (c), extincteurs (d). Ces équipements doivent être indiqués par une signalétique (e).

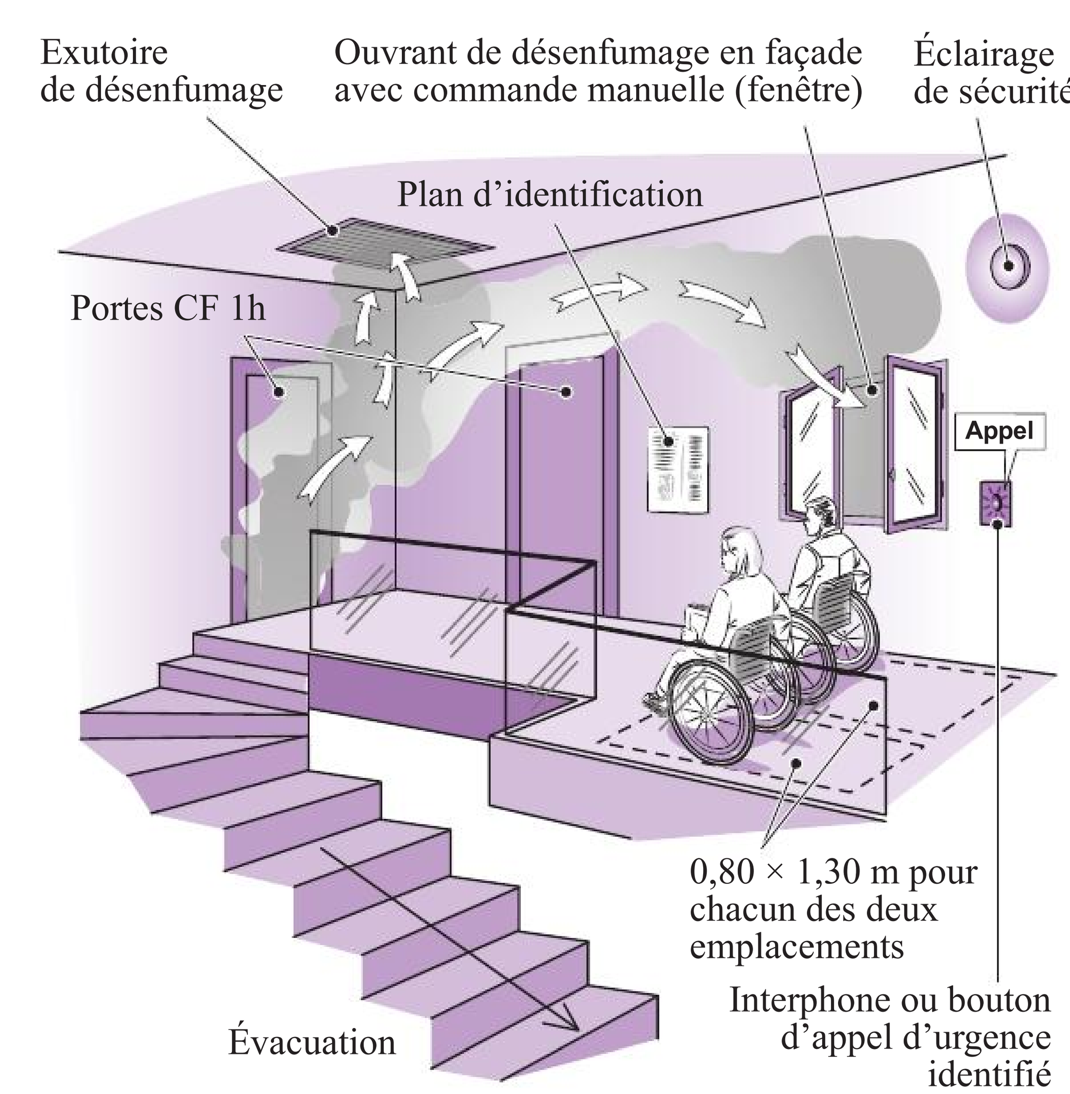




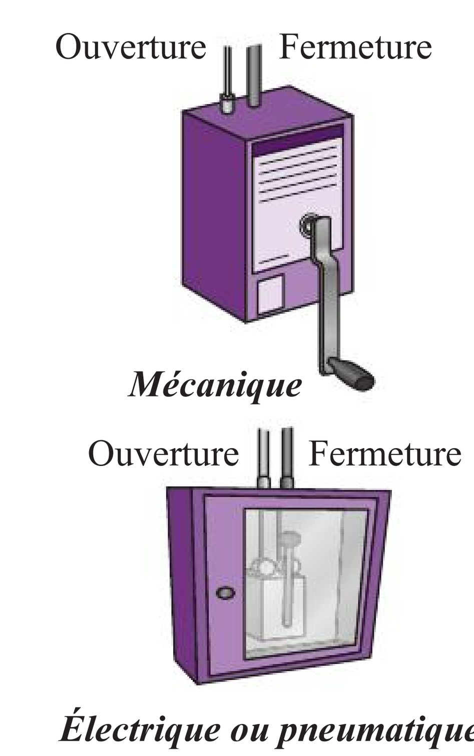
a Raccord d'alimentation en eau — b Robinet d'incendie armé (RIA) — c Réseau de sprinklage — d Extincteur — e Panneaux

Désenfumage

Le désenfumage naturel des circulations nécessite la mise en œuvre de dispositifs d'ouvrants, en façade ou en toiture. Il doit être pris en compte dans la conception d'espaces d'attente sécurisés qui permettent aux personnes en situation de handicap d'attendre les secours (a). Ces dispositifs sont actionnés de façon manuelle ou automatique (b). Des dispositifs avertisseurs (détecteurs d'incendie ou de fumées) permettent la détection et l'ouverture automatique des exutoires (c).



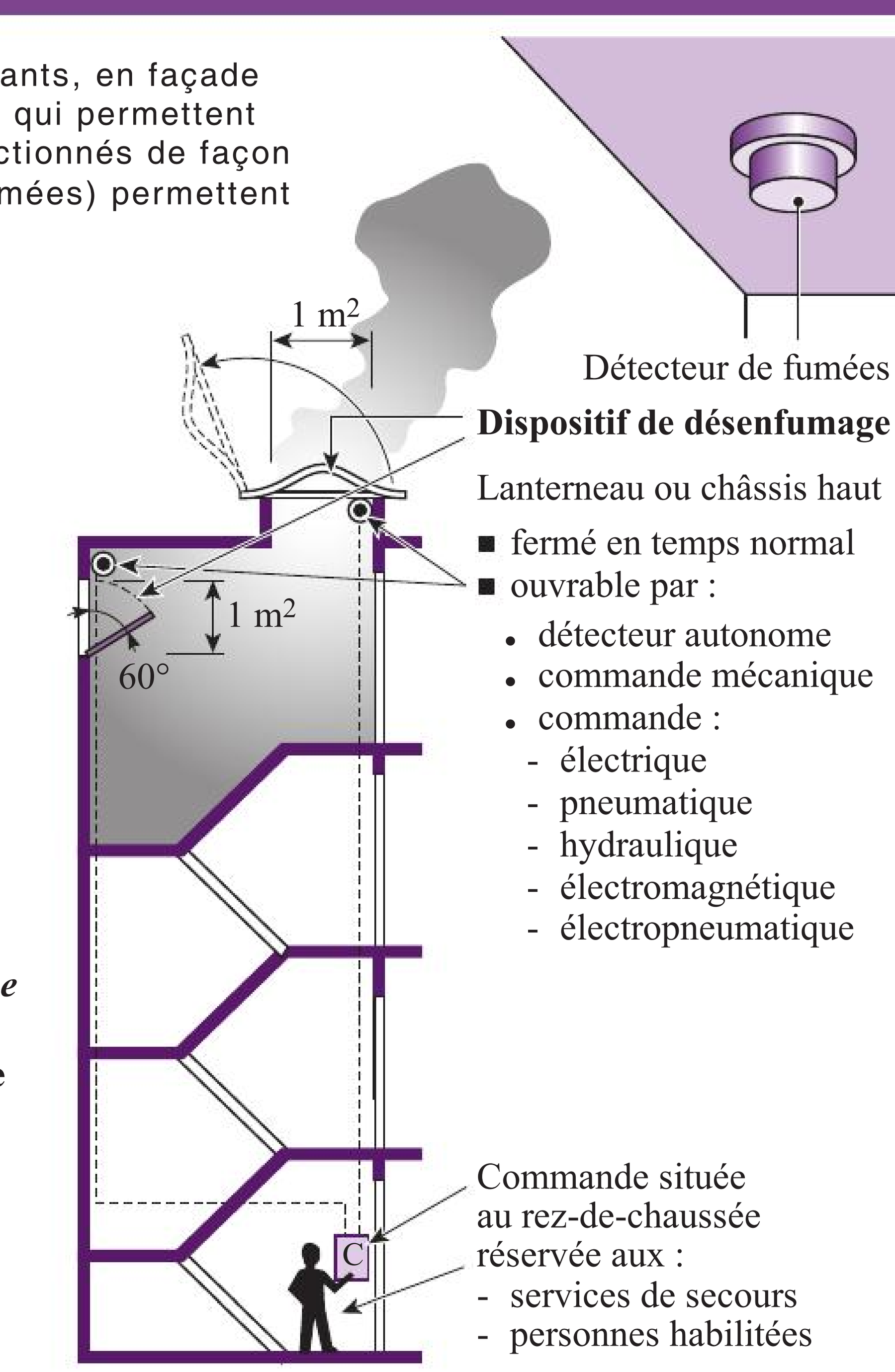
a Espaces d'attente sécurisés



b Organes de commande



c Système de détection d'incendie (SDI)



Désenfumage des escaliers

Béton

Le béton est un matériau de construction fabriqué à partir d'un mélange de ciment, de granulats (gravillons et sable), d'eau et éventuellement d'adjuvants et d'additions dont les propriétés se développent par hydratation du ciment. Lorsque les granulats utilisés avec le liant sont uniquement des sables et ne contiennent pas de gravillons, le mélange est appelé mortier ; il est alors utilisé pour la maçonnerie d'éléments et les enduits. Le béton associé à de l'acier permet d'obtenir le béton armé : il constitue la plupart des ouvrages coulés tels que fondations, dalles, poteaux, voiles, etc.

Caractéristiques et dosage

Le dosage indique les proportions relatives de chacun des constituants. Le liant le plus couramment mis en œuvre est le ciment, utilisé pour les bétons de construction en raison de sa résistance élevée, et additionné de chaux naturelle ou artificielle pour les mortiers, afin d'éviter les fissures dues à la dessiccation et au retrait. L'eau nécessaire à la prise des liants doit être propre et exempte de matières organiques en suspension. Les sables et gravillons constituant les agrégats doivent être dépourvus de débris pouvant entraîner des défauts de résistance. Des adjuvants accélérateurs ou retardateurs de prise, hydrofuges, etc., peuvent être incorporés à la pâte au moment du malaxage.

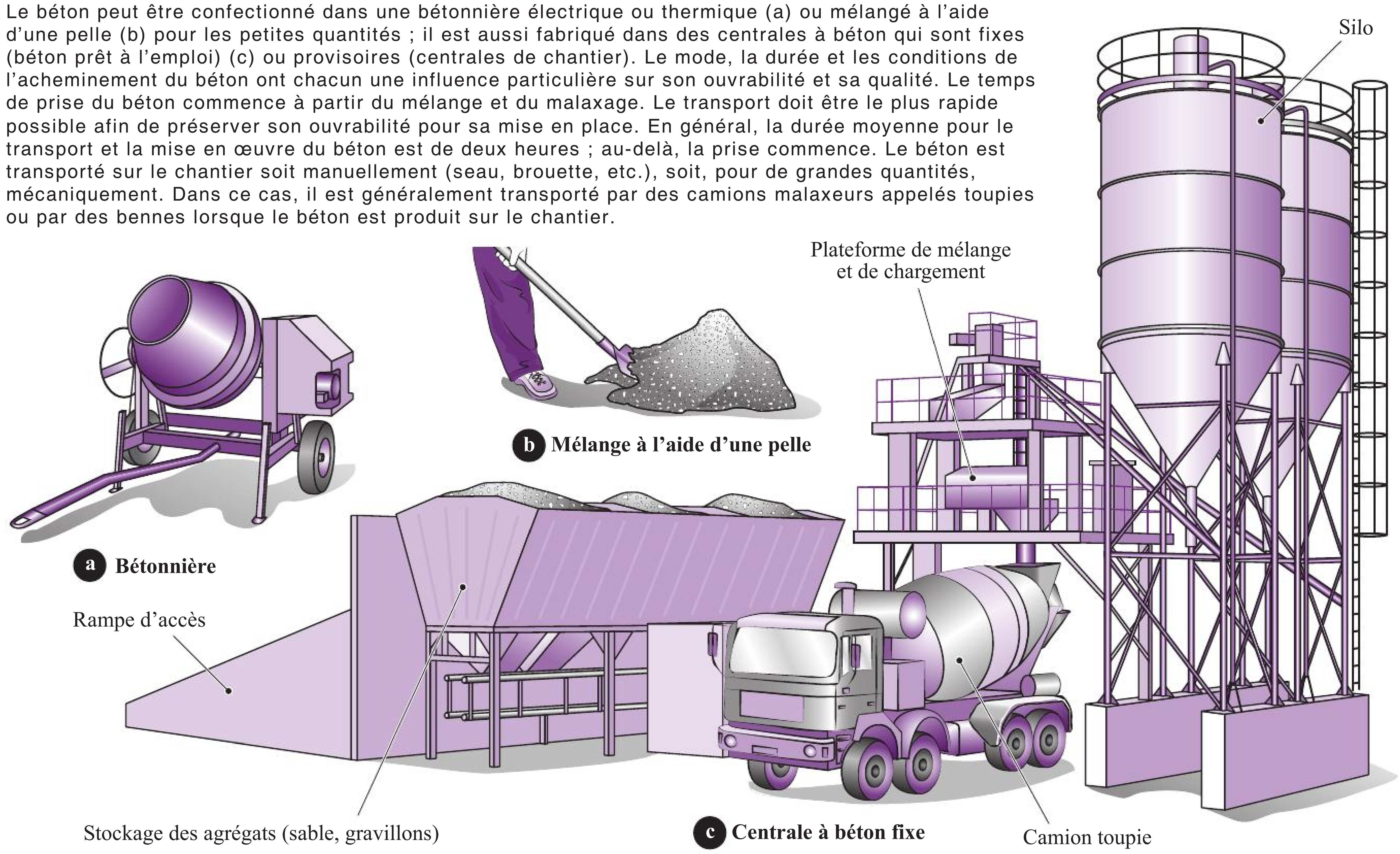


Constituants	Quantités
Ciment	1 sac de 35 kg
	+
Sable	10 litres × 5 seaux
	+
Gravillon	10 litres × 8 seaux
	+
Eau	17 litres environ (10 + 7)

Dosage courant d'un béton de chantier pour 100 litres de béton
(dosage à 350 kg/m³)

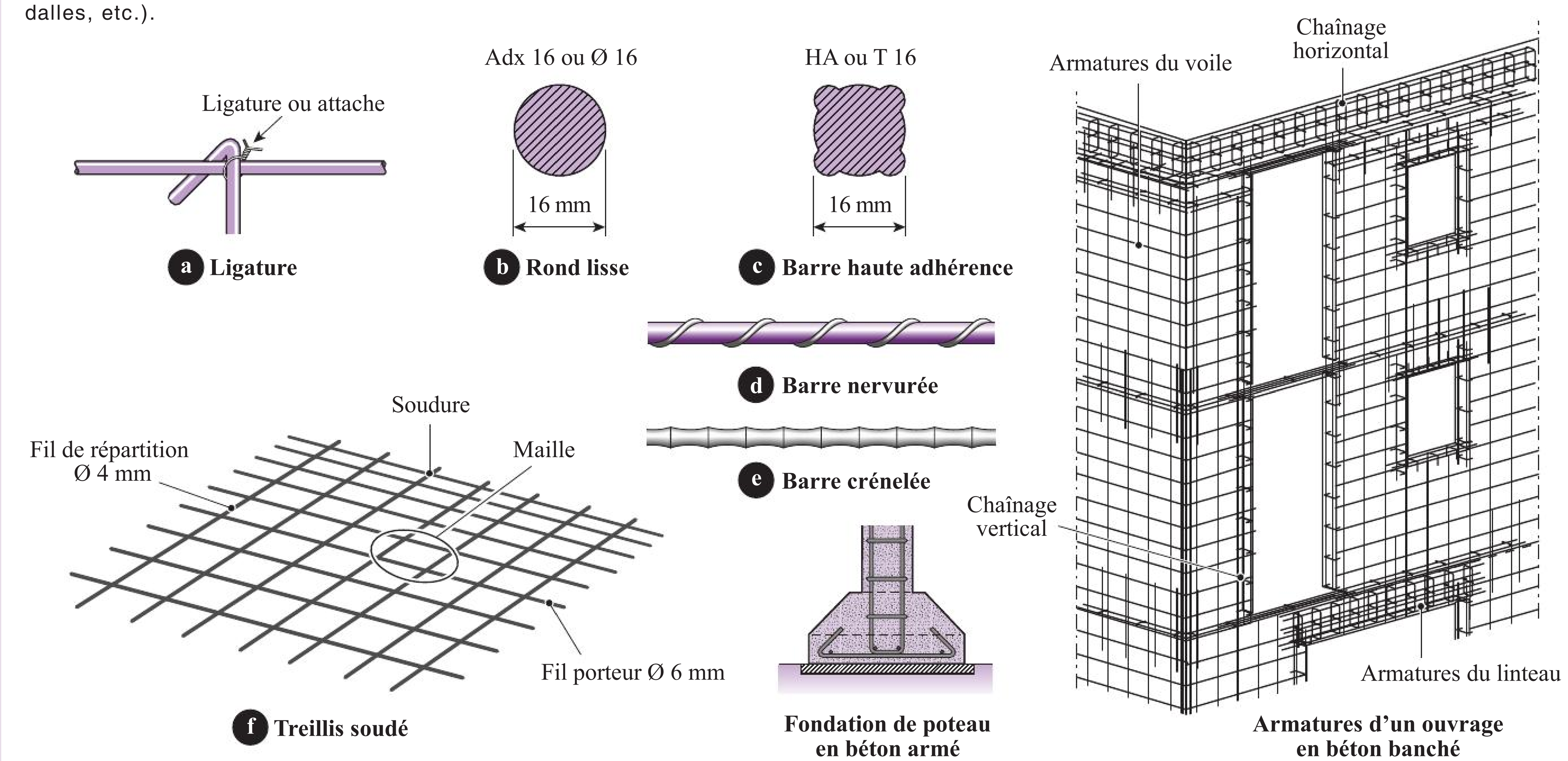
Mélange et transport

Le béton peut être confectionné dans une bétonnière électrique ou thermique (a) ou mélangé à l'aide d'une pelle (b) pour les petites quantités ; il est aussi fabriqué dans des centrales à béton qui sont fixes (béton prêt à l'emploi) (c) ou provisoires (centrales de chantier). Le mode, la durée et les conditions de l'acheminement du béton ont chacun une influence particulière sur son ouvrabilité et sa qualité. Le temps de prise du béton commence à partir du mélange et du malaxage. Le transport doit être le plus rapide possible afin de préserver son ouvrabilité pour sa mise en place. En général, la durée moyenne pour le transport et la mise en œuvre du béton est de deux heures ; au-delà, la prise commence. Le béton est transporté sur le chantier soit manuellement (seau, brouette, etc.), soit, pour de grandes quantités, mécaniquement. Dans ce cas, il est généralement transporté par des camions malaxeurs appelés toupies ou par des bennes lorsque le béton est produit sur le chantier.



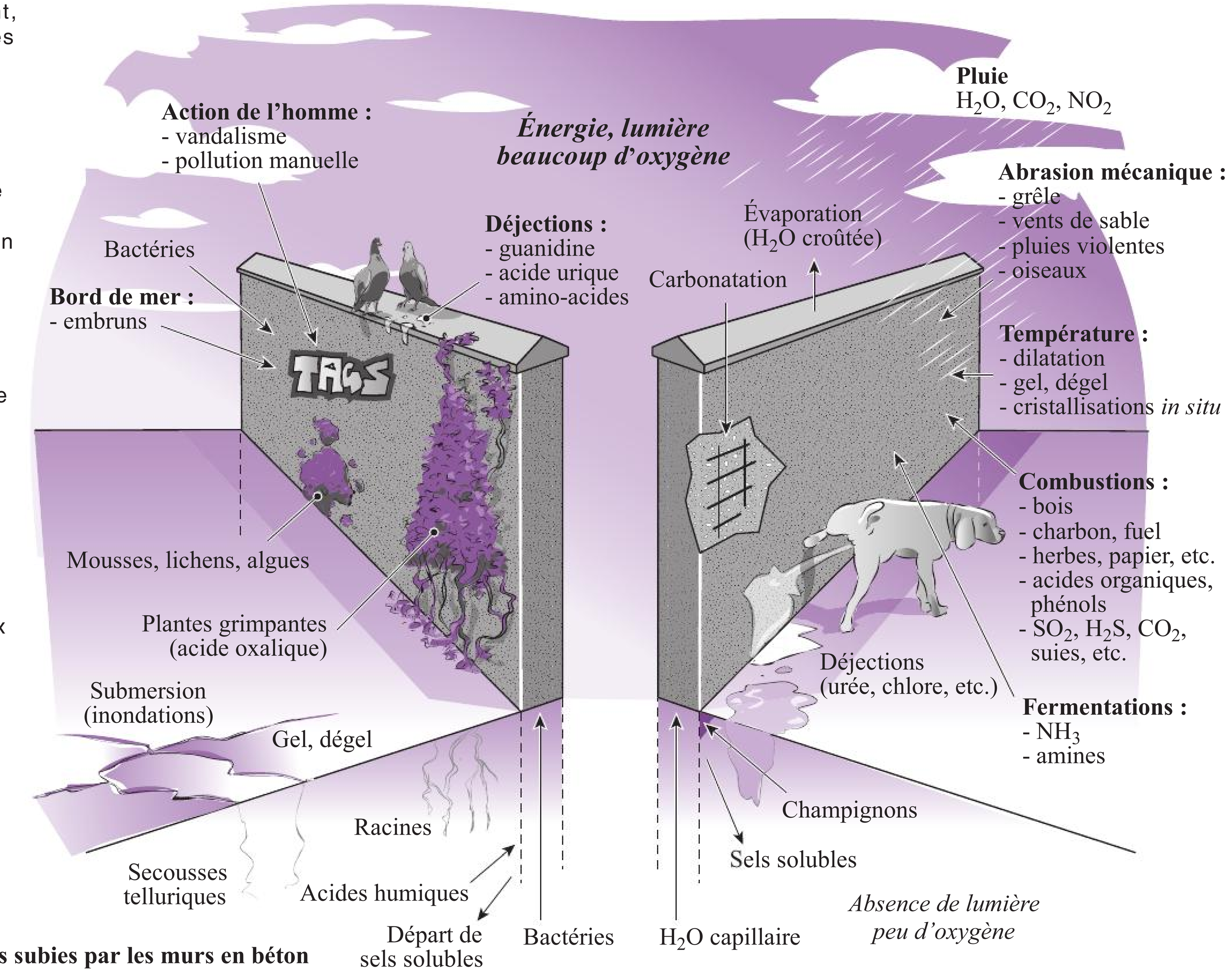
Armatures pour béton armé

Les armatures pour béton armé sont des assemblages de barres en acier qui se présentent sous forme de cages ou de treillis soudés ; elles sont liaisonnées entre elles par des ligatures (a). On distingue les ronds lisses ou ronds à béton (b), les aciers haute adhérence (c), les aciers nervurés (d) et les aciers crénelés (e). Les armatures mises en place dans les coffrages sont soit façonnées et assemblées en atelier ou sur chantier, soit préfaçonnées en usine (treillis soudés (f), etc.). Elles permettent de résister aux efforts dans les différents éléments de structure (poutres, voiles, dalles, etc.).



Altération et dégradation du béton

Les phénomènes d'encrassement, d'altération et de dégradation des ouvrages en béton peuvent être d'origine naturelle (végétaux, grêle, gel, secousses, etc.) ou humaine (vandalisme, pollution, etc.). L'accroissement de la pollution atmosphérique favorise leur développement.
La carbonatation est une réaction chimique entre le CO_2 de l'atmosphère et le ciment du béton, qui attaque son alcalinité et le rend moins basique, ce qui suffit pour ne plus protéger les aciers. Lorsque les armatures ne sont plus protégées, elles se corrodent et gonflent en faisant éclater le béton qui les enrobe. Les armatures ne sont plus protégées et la durabilité est compromise. Le béton peut être attaqué et détérioré par de nombreux agents chimiques : sulfates, sels de magnésie, sels de mer, eaux organiques, etc.



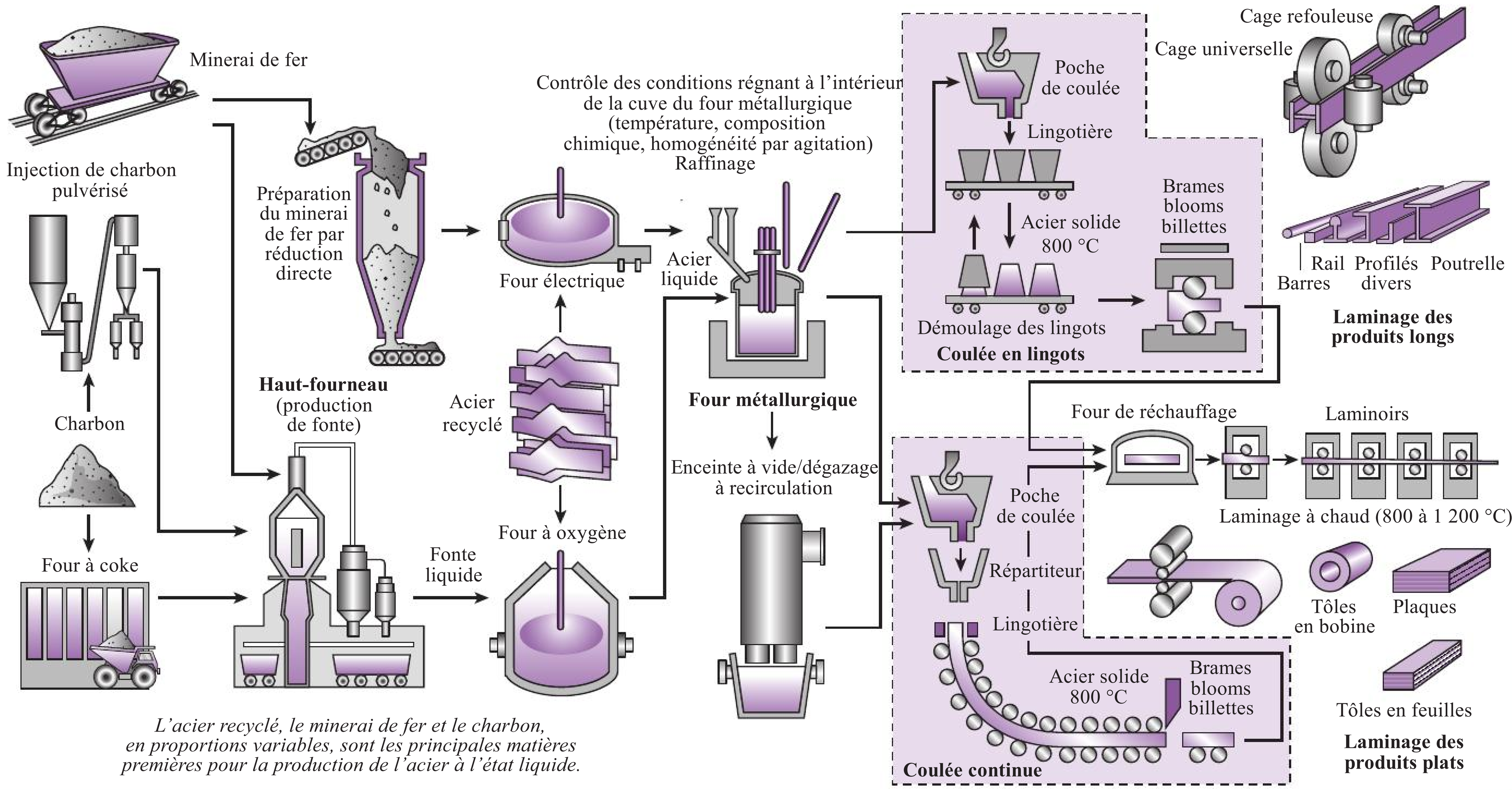
Agressions subies par les murs en béton

Acier

L'acier est un matériau produit de façon industrielle, issu du minerai de fer ou du recyclage de ferrailles. Le fer qui le compose est extrait de l'écorce terrestre, puis mélangé à du charbon avant d'être mis en fusion, affiné puis mis en forme. Les alliages et traitements confèrent à l'acier des résistances à la corrosion et mécaniques variables. L'acier est un matériau de construction dont la préparation et la mise en forme sont réalisées en atelier et dont les éléments arrivent sur le chantier prêts à être montés ou assemblés à d'autres matériaux.

Fabrication

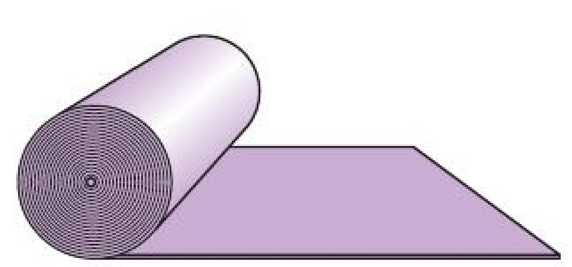
La réduction de l'oxyde de fer nécessite l'emploi d'un combustible. Le minerai de fer est mélangé à du charbon et mis en fusion dans un haut-fourneau. La fonte liquide, qui comprend 96 % de fer et 3 à 4 % de carbone, est transformée en acier dans un convertisseur. La filière électrique traite directement les ferrailles recyclées qui sont mises en fusion dans un four électrique, puis affinées. La coulée est réalisée de manière continue ou en lingots. Les produits longs (poutrelles, fers à béton, etc.) sont obtenus par laminage à chaud, étirage ou tréfilage. Les produits plats de faible épaisseur (tôles, bardages, etc.) subissent généralement un laminage à froid supplémentaire.



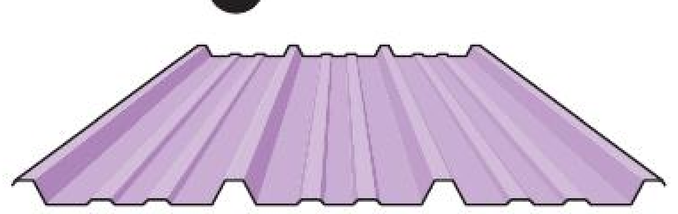
L'acier recyclé, le minerai de fer et le charbon, en proportions variables, sont les principales matières premières pour la production de l'acier à l'état liquide.

Produits plats

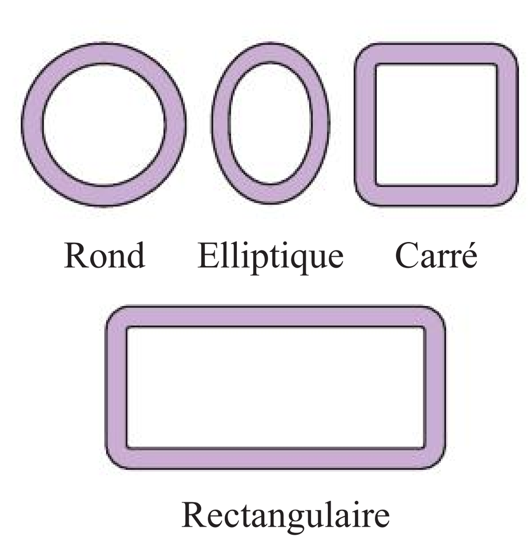
On distingue plusieurs familles de produits plats, dont principalement :
- les tôles et les plats larges, fabriqués sous forme de bobines dont la largeur est limitée à 1,80 m (a) ;
- les tôles minces nervurées, profilées à froid (b) ;
- les profils creux, fabriqués à partir de tôles minces ou moyennes repliées dans le sens de leur longueur, soudées et meulées (c) ;
- les plaques dont l'épaisseur varie de 6 à 400 mm pour une largeur pouvant atteindre 5,20 m (d) ;
- les profilés minces, profilés à froid et de sections très diverses (e).



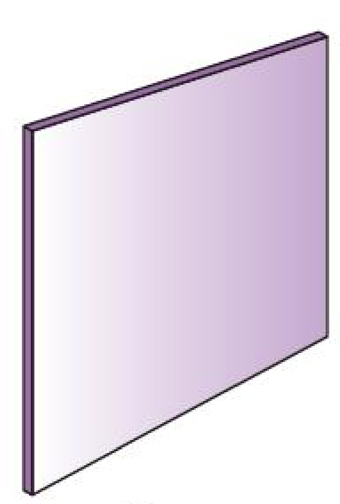
a Tôle en bobine



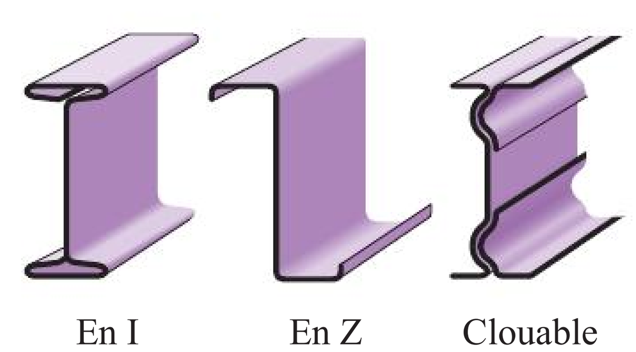
b Tôle mince nervurée



c Profils creux



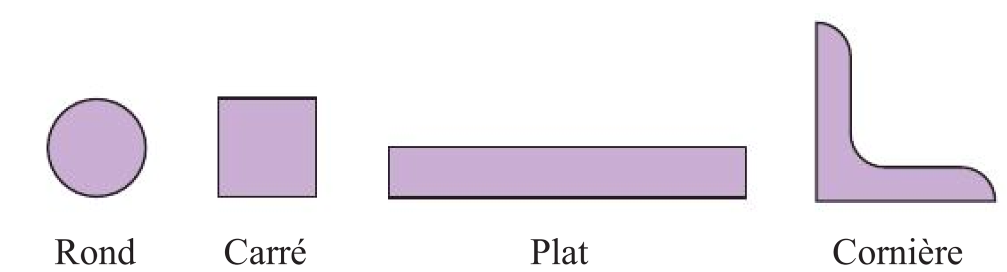
d Plaques



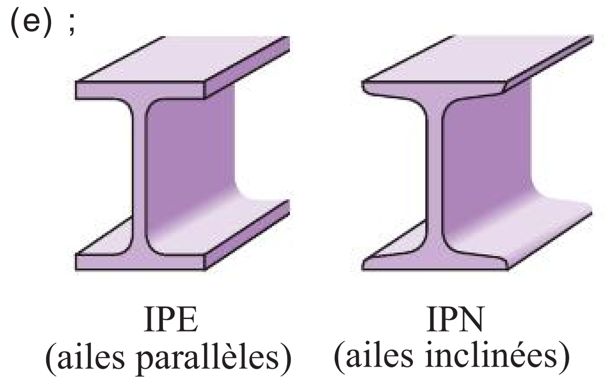
e Profilés minces

Produits longs

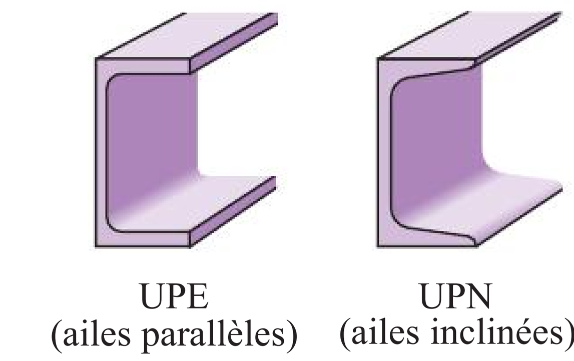
On distingue plusieurs familles de produits longs, dont principalement :
- les laminés marchands, qui sont des produits de section pleine ronds, carrés, ronds à béton, plats, etc. (a) ;
- les poutrelles en I européennes (IPE) dont les ailes présentent des bords parallèles, et les poutrelles en I dont les ailes sont d'épaisseur variable (IPN) (b) ;
- les poutrelles en U dont les ailes présentent des bords parallèles (UPE), et les poutrelles en U dont les ailes sont d'épaisseur variable (UPN) (c) ;
- les poutrelles HE, dont la section s'inscrit dans un carré et qui se décomposent en trois séries (HEA, HEB et HEM) suivant l'épaisseur de leur âme et de leurs ailes (d) ;
- les palplanches, réalisées au laminage ou à partir de tôles profilées (e) ;
- les câbles et fils, obtenus par tréfilage et étirage (f).



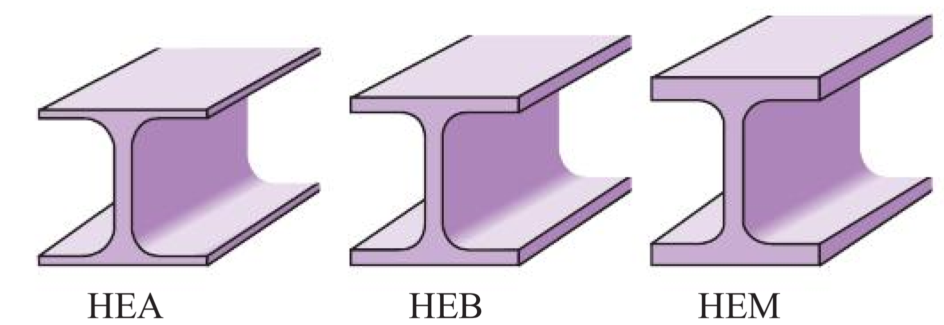
a Laminés marchands



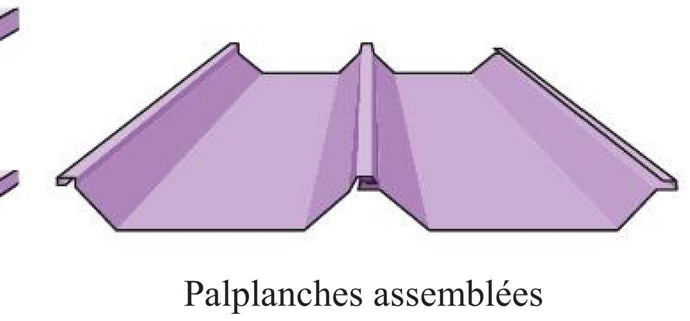
b Poutrelles en I



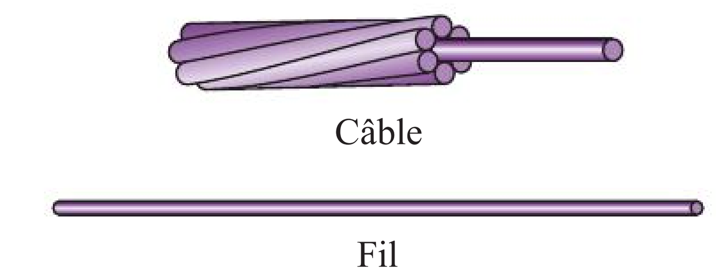
c Poutrelles en U



d Poutrelles HE



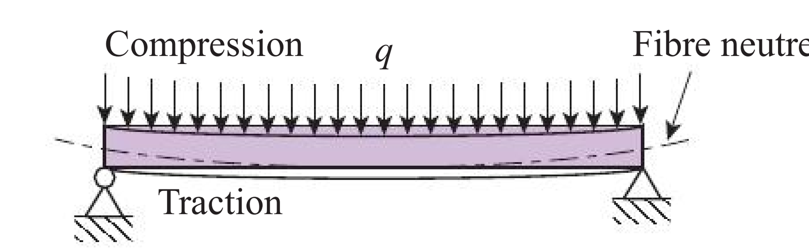
e Palplanches



f Câbles et fils

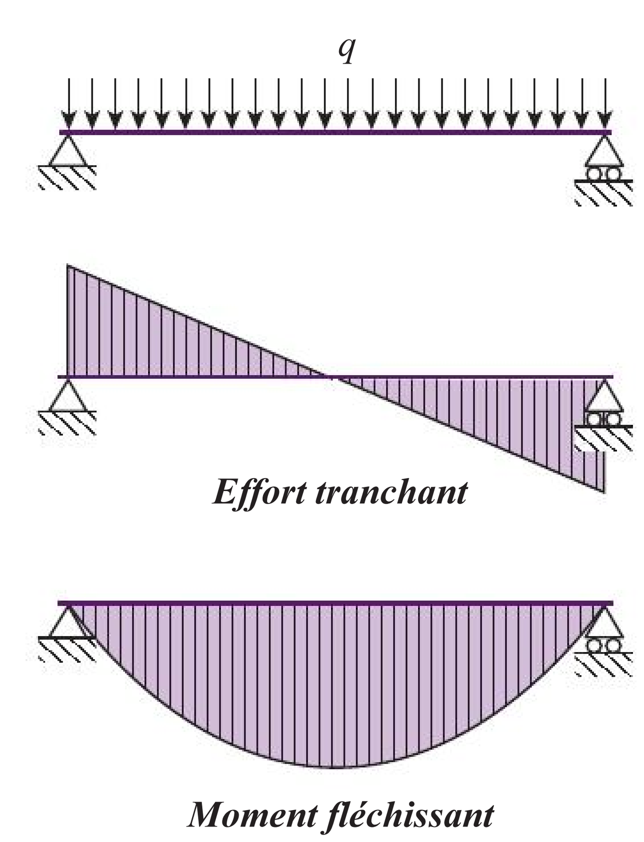
Comportement mécanique

Les structures en acier subissent des contraintes ou efforts internes : flexion (a), effort tranchant et moment fléchissant (b), compression et flambement (c), déversement (d), etc. Elles subissent également des efforts externes : variations de température (e), sollicitations dynamiques (f) provoquées par le vent, les charges roulantes, les séismes, etc.



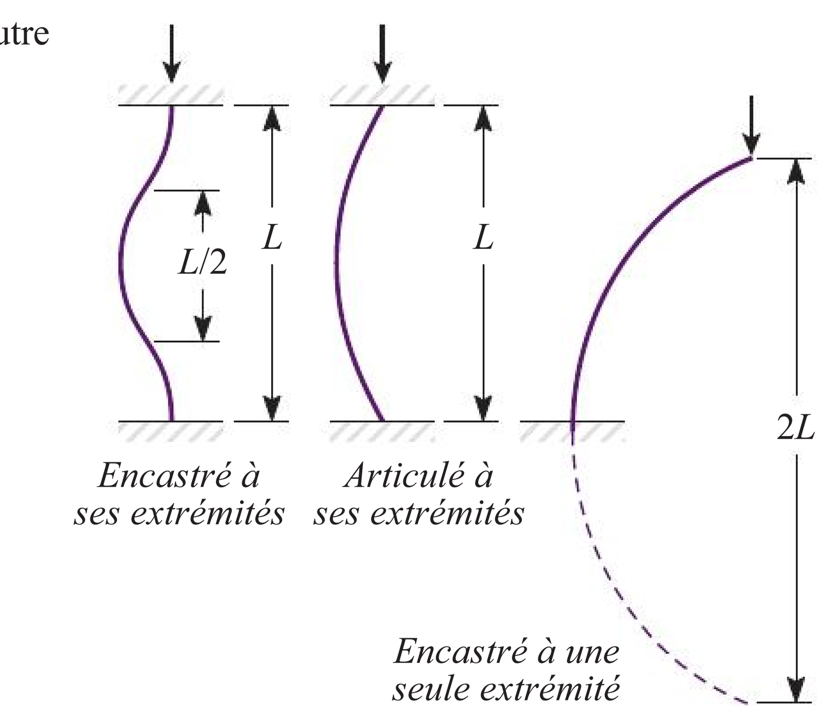
La partie supérieure de la poutre est comprimée et la partie inférieure est tendue.

a Flexion



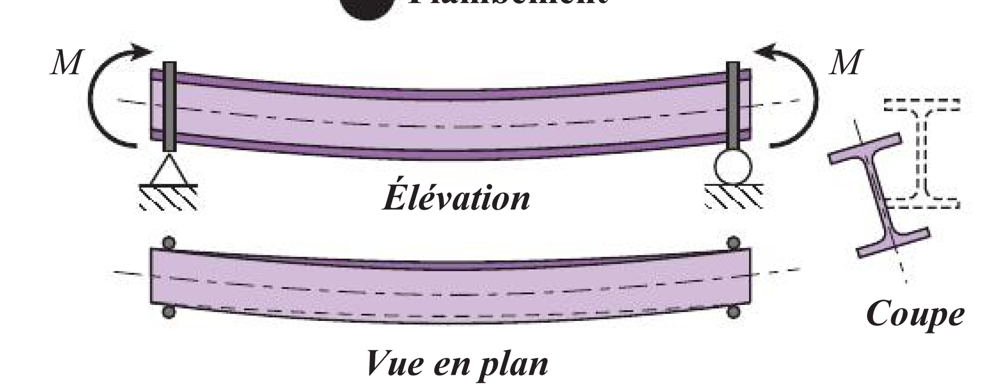
Le moment fléchissant est plus important au centre de la poutre alors que l'effort tranchant est maximum sur appuis.

b Effort tranchant et moment fléchissant



Flambement induit par une charge appliquée sur des éléments de structure verticaux à nœuds non déplaçables en fonction du type de liaison.

c Flambement



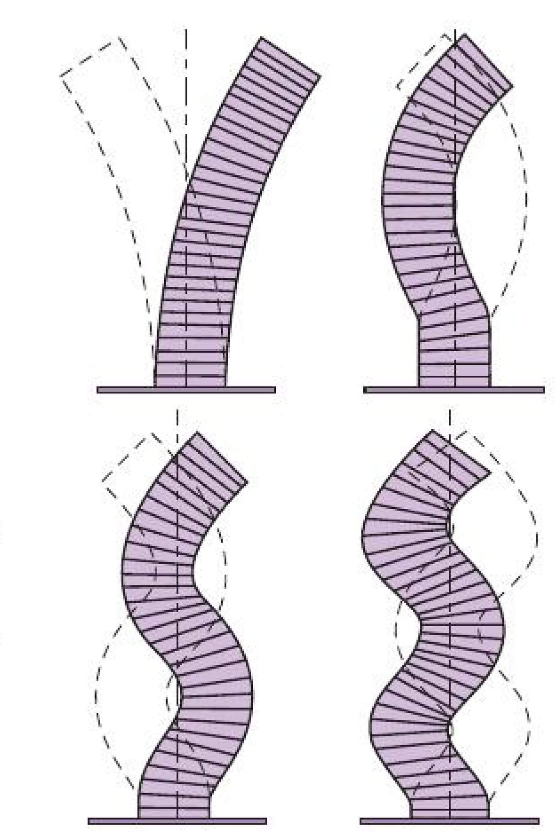
Déversement d'une poutre soumise à deux moments d'extrémité dus au flambement latéral de la semelle comprimée.

d Déversement



Pour une pièce métallique d'une longueur de 12 m, une augmentation de température de 30 °C provoque un allongement de 4 mm.

e Variations de température (dilatation d'une poutre)



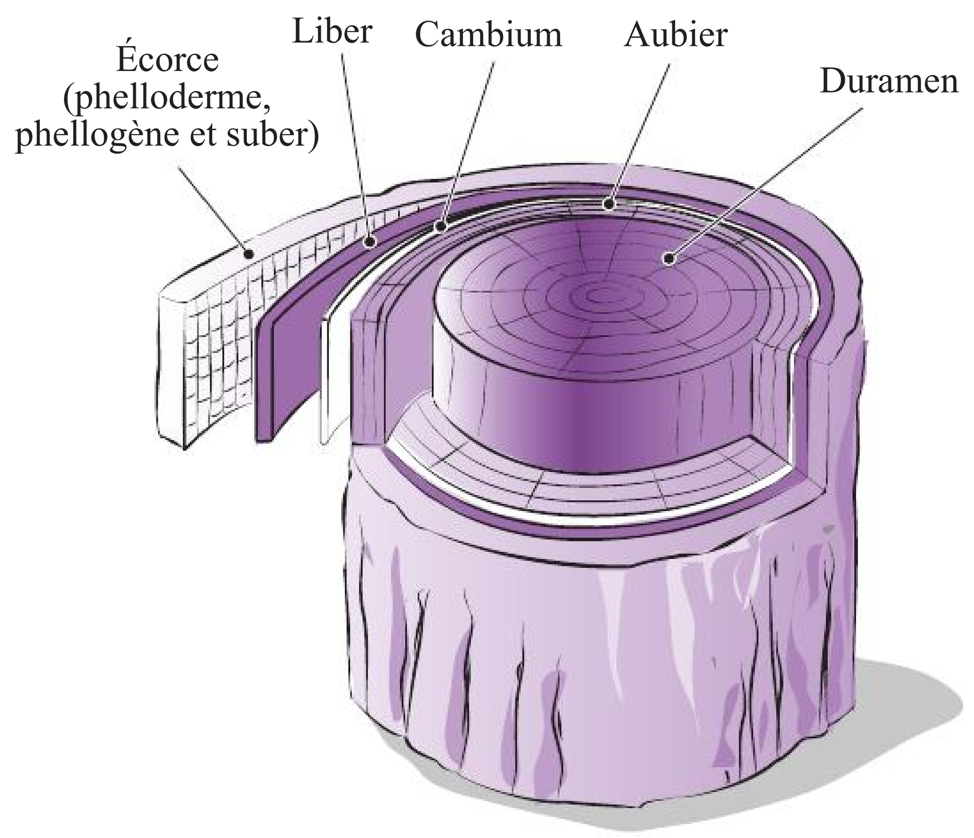
f Sollicitations dynamiques (oscillation horizontale des bâtiments à étages)

Bois

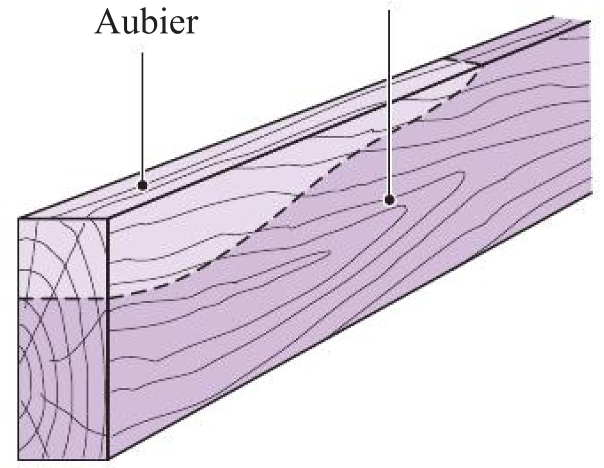
Le bois est un tissu végétal qui constitue la plus grande partie du tronc des plantes ligneuses. Ses propriétés mécaniques (résistance à la traction et à la compression) étant appréciées, ses usages dans le bâtiment et l'industrie sont nombreux. Le bois d'œuvre est utilisé pour la construction et pour la fabrication d'une multitude d'autres produits. Bien qu'il s'agisse d'un matériau biodégradable, la durée de vie du bois peut être de plusieurs siècles dans certaines conditions.

Caractéristiques

Les bois d'œuvre sont issus des arbres purgés de leur écorce et du cambium (a). Ils sont constitués d'aubier et/ou de duramen (b).
Trois sections de référence sont distinguées (c) :
- une section transversale dite « bois de bout » (perpendiculaire au tronc) ;
- une section radiale dite « bois de fil », longitudinale et parallèle aux rayons ;
- une section tangentielle dite « bois en fil », longitudinale et perpendiculaire aux rayons.

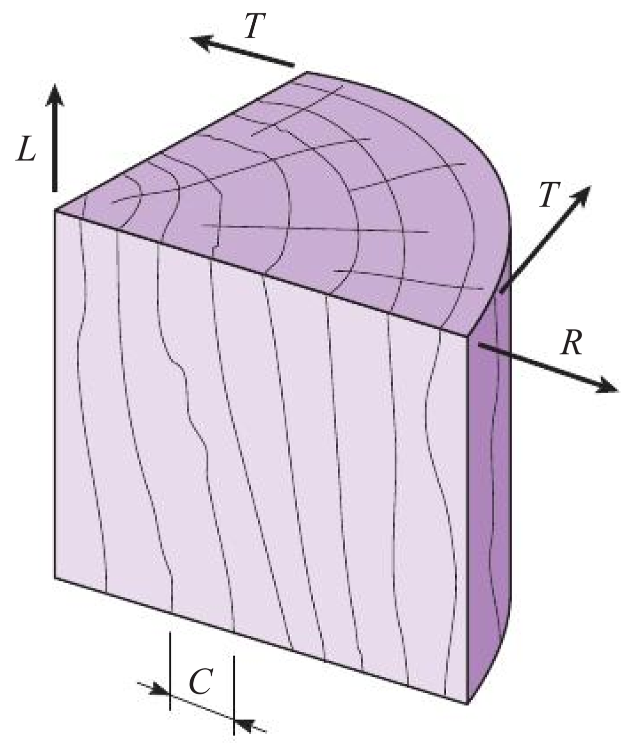


a Tissus d'un tronc d'arbre



** S'il y a duraminisation (chêne, châtaignier, pin, douglas, mélèze, etc.). Certaines essences comportent un aubier non différencié du bois parfait car il n'est pas duraminisé (sapin, épicéa, peuplier, etc.)*

b Bois d'œuvre

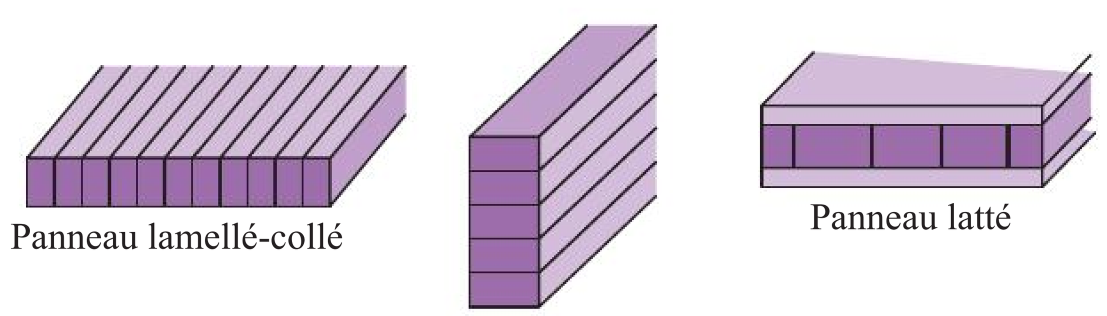


L : sens axial ou longitudinal
R : sens radial
T : sens tangentiel
C : cerne d'accroissement

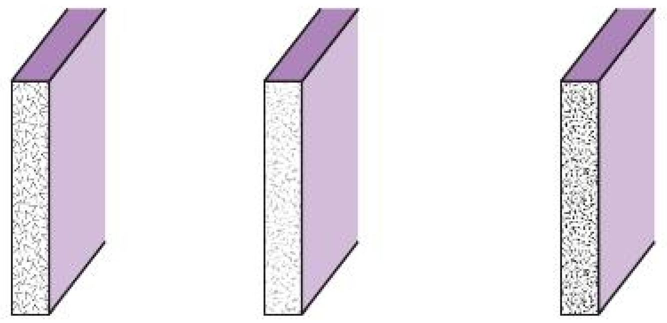
c Sections de référence

Éléments en bois massif et panneaux à base de bois

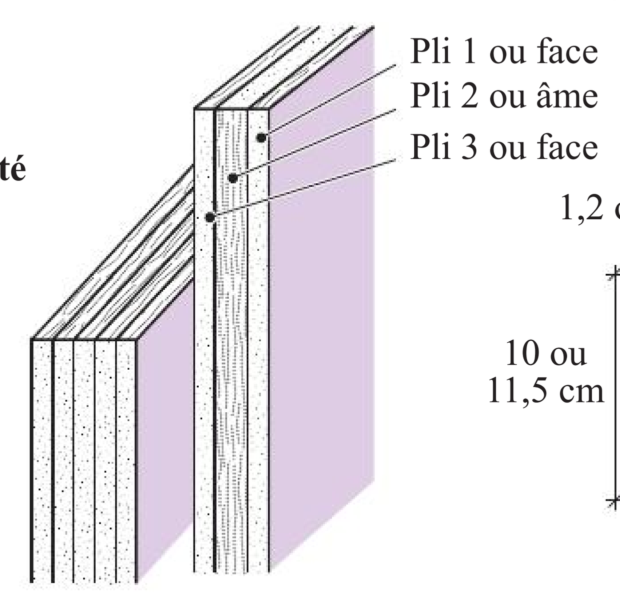
Sont distingués principalement :
- les éléments en bois massif lamellé-collé ou latté (a) ;
- les panneaux de particules (b) ;
- les panneaux contreplaqués à base de placages de 1 à 3 mm d'épaisseur (c) ;
- les éléments en bois massif traditionnels de dimensions standardisées (d).



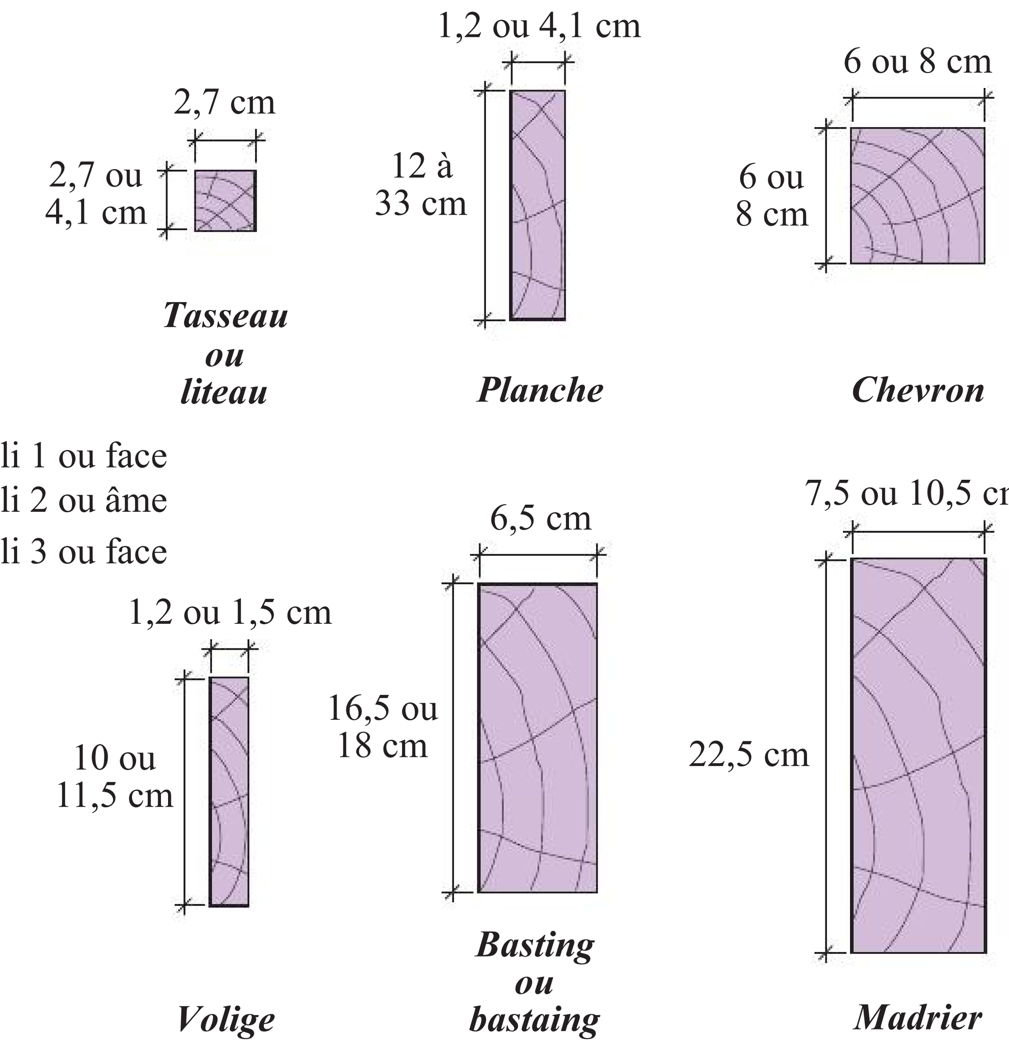
a Éléments en bois massif lamellé-collé ou latté



b Panneaux de particules



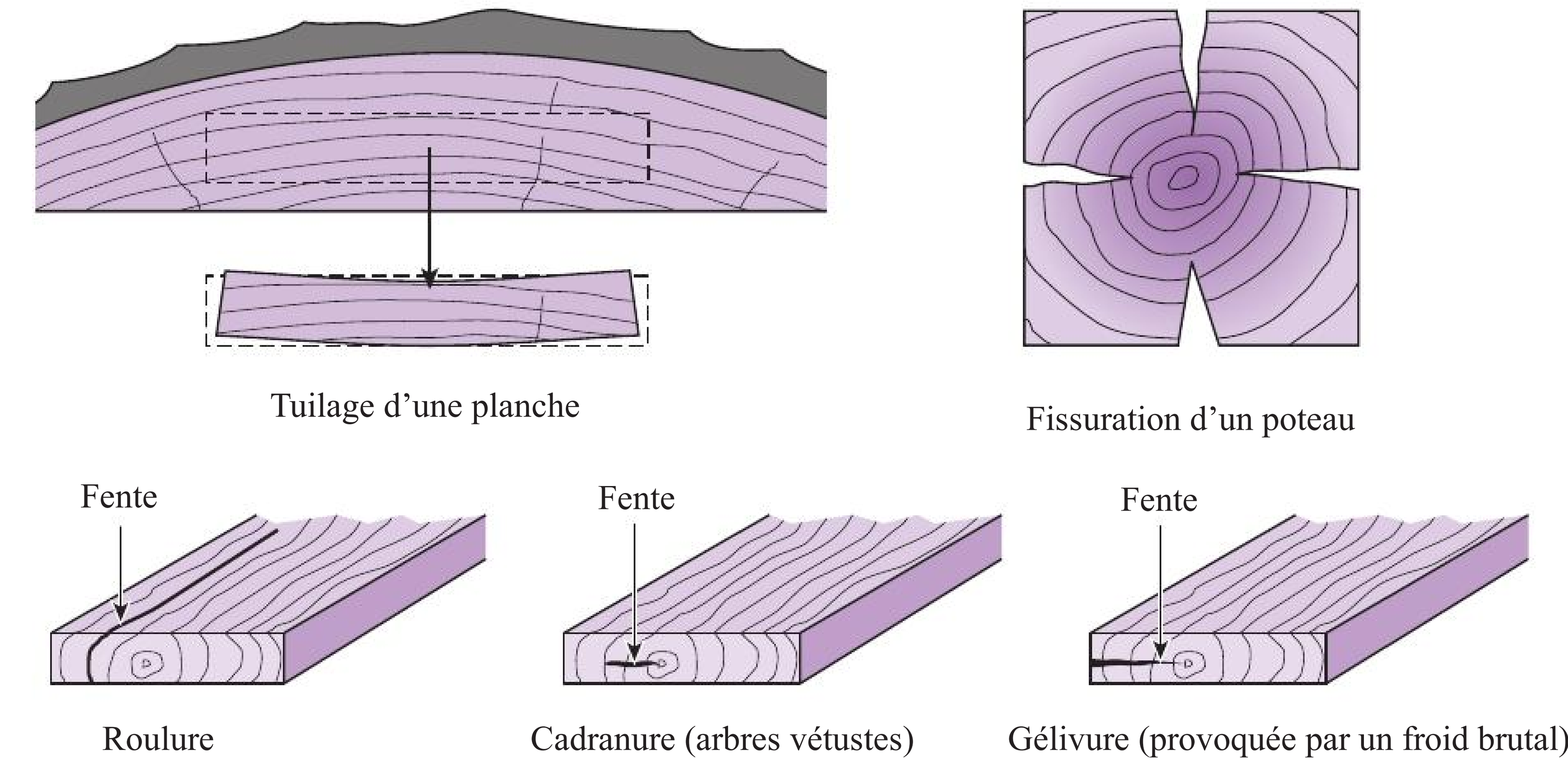
c Panneaux contreplaqués



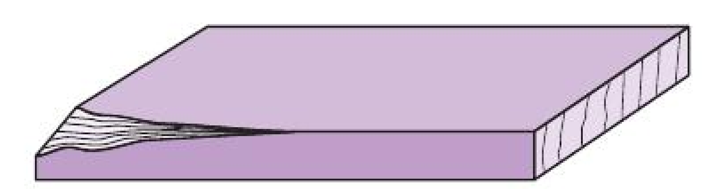
d Éléments en bois massif

Défauts et singularités du bois

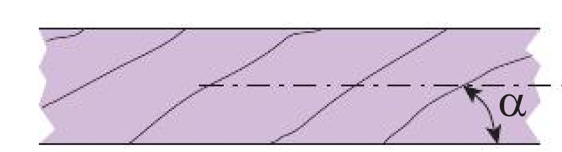
Le bois peut présenter des défauts et singularités qui peuvent être acceptables en fonction de leur importance :
- tuilage, fentes et fissurations (a) : dus au séchage du bois qui provoque une diminution du volume appelée retrait ;
- flaches (b) : défaut de sciage qui interrompt la continuité d'une arête d'un bois équarri (souvent flache d'écorce) ;
- pente du fil (c) : inclinaison des fibres du bois caractérisée par la tangente (α) entre l'axe de la pièce de bois et la direction moyenne des fibres ;
- nœuds (d) : caractérisés par leur adhérence au bois périphérique, leur diamètre, leur position sur la face ou en rive, leur isolement ou leur groupement.



a Tuilage, fentes et fissurations

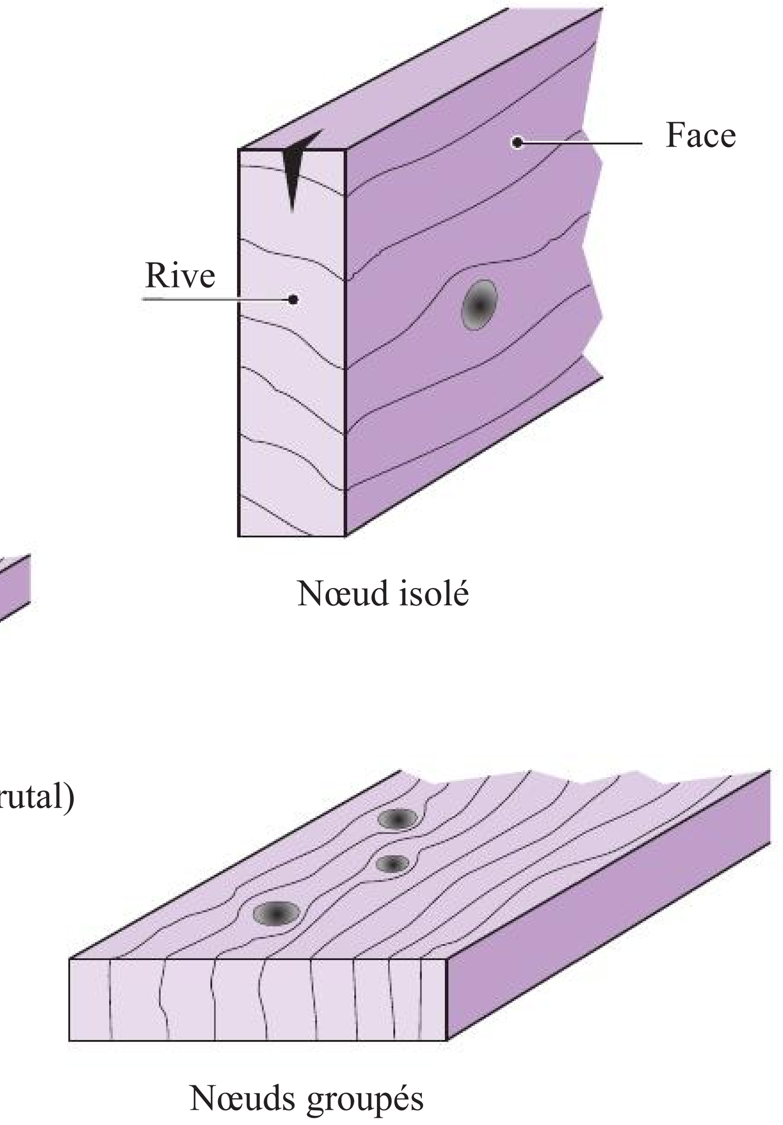


b Flache

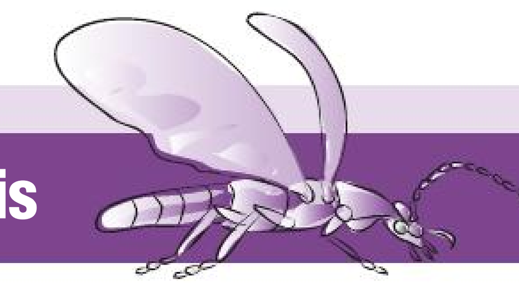


α : angle du fil du bois

c Pente du fil

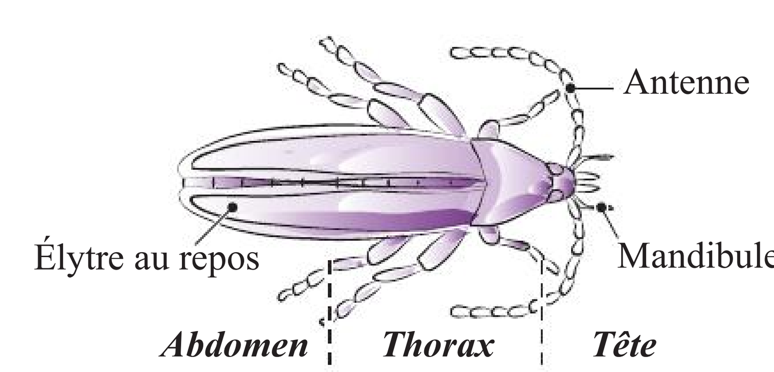


d Nœuds

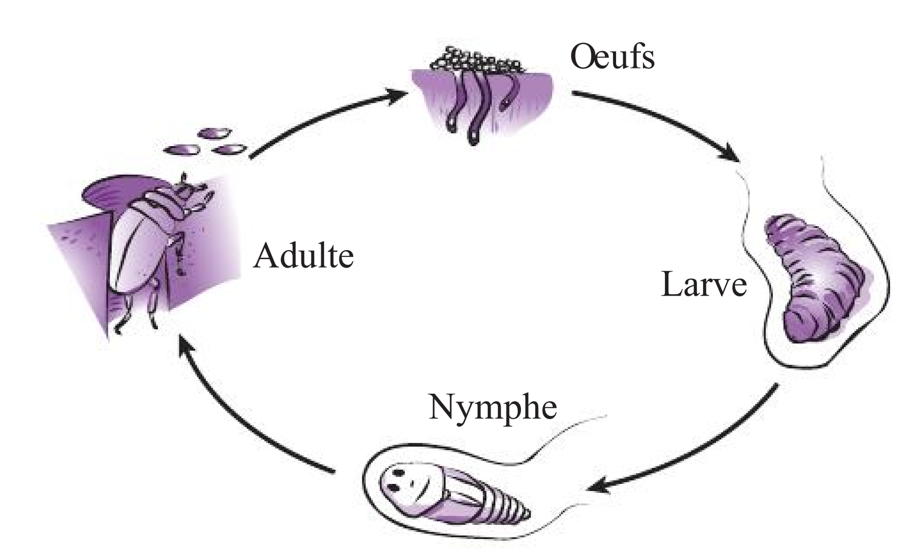


Dégradations du bois

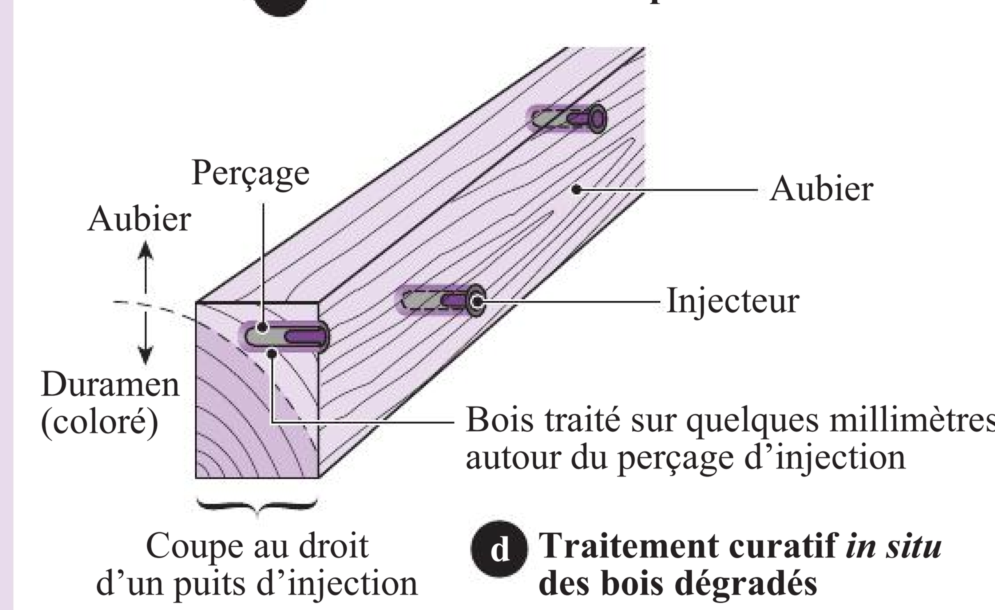
Le bois est un matériau naturel directement utilisable dans la construction, mais son origine végétale rend vulnérable aux attaques des insectes et des champignons engendrant des pourritures, certaines essences sensibles sans duramen. Les insectes à larves xylophages qui se nourrissent des bois d'œuvre sont tous des coléoptères (a). Chez ces insectes, la femelle pond les œufs dans le bois (b). Les larves se développent en se nourrissant du matériau. Après plusieurs mues de croissance, la larve se transforme en nymphe sous la surface du bois, puis l'adulte sort pour se reproduire. C'est en perçant la surface du bois que l'insecte, sous sa forme adulte, provoque des trous d'envol sur le bois (c). Selon leur destination dans l'ouvrage, les bois peuvent être traités préventivement ou *in situ* contre les insectes seuls (d), ou contre les insectes et les moisissures et pourritures dues aux champignons (e).



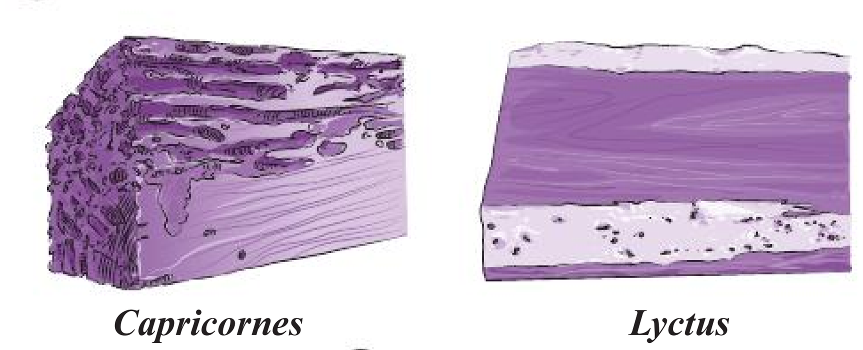
a Anatomie d'un coléoptère



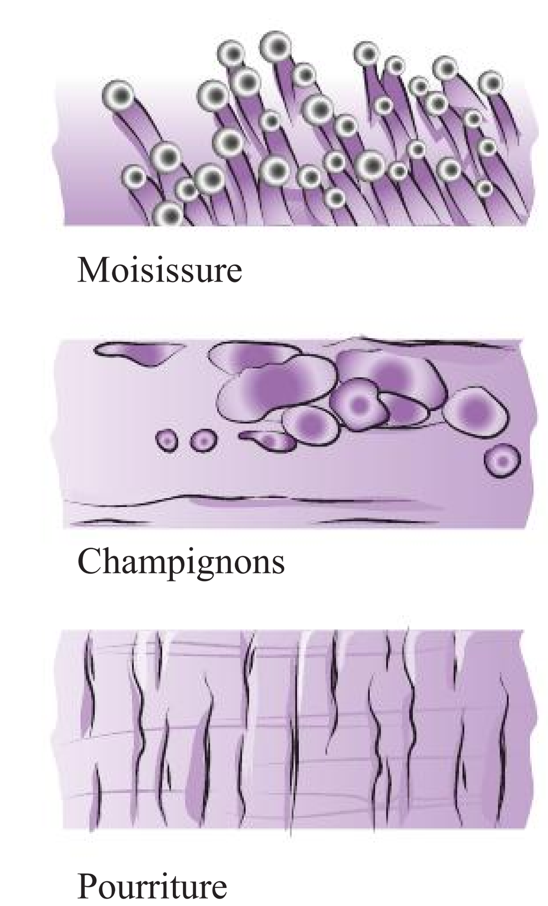
b Cycle biologique des insectes à larves xylophages



d Traitement curatif *in situ* des bois dégradés



c Trous d'envol



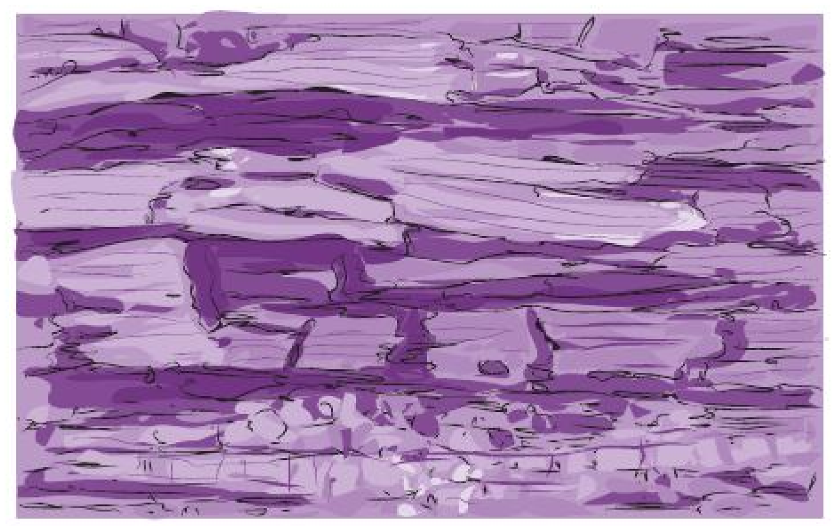
e Moisissures, champignons et pourritures

Termites

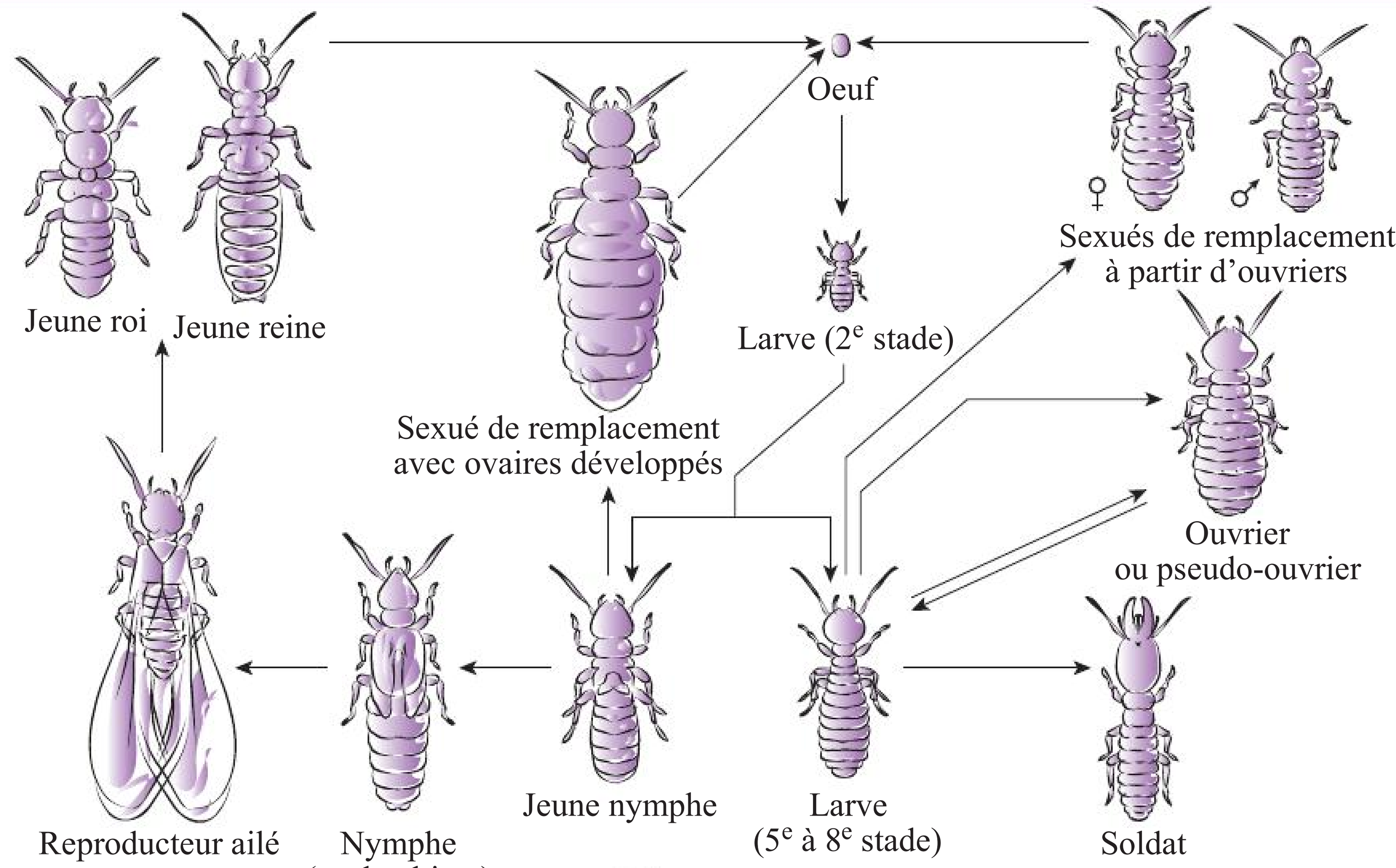
Les termites sont des insectes sociaux, comme les fourmis et les abeilles. Ils vivent pour la plupart dans le sol, à une distance plus ou moins proche de leur source de nourriture. Les voies de pénétration des termites dans un bâtiment sont multiples : murs extérieurs, joints de canalisations, planchers en bois, végétation grimpante, tas de bois adossé à une façade, etc. Des interstices ou des fissures traversantes d'une largeur d'un millimètre suffisent à constituer une voie de cheminement.

Anatomie et fonctions

Les individus qui composent une colonie ont une anatomie qui les destine à une fonction précise (a). Pour la plupart aveugles, ils communiquent entre eux par contact antennaire, par vibration du corps et par échanges de phéromones.
En raison de leur cheminement constant dans l'obscurité, les indices de leur présence dans un bâtiment sont peu apparents et les dégâts sont parfois découverts tardivement (b).



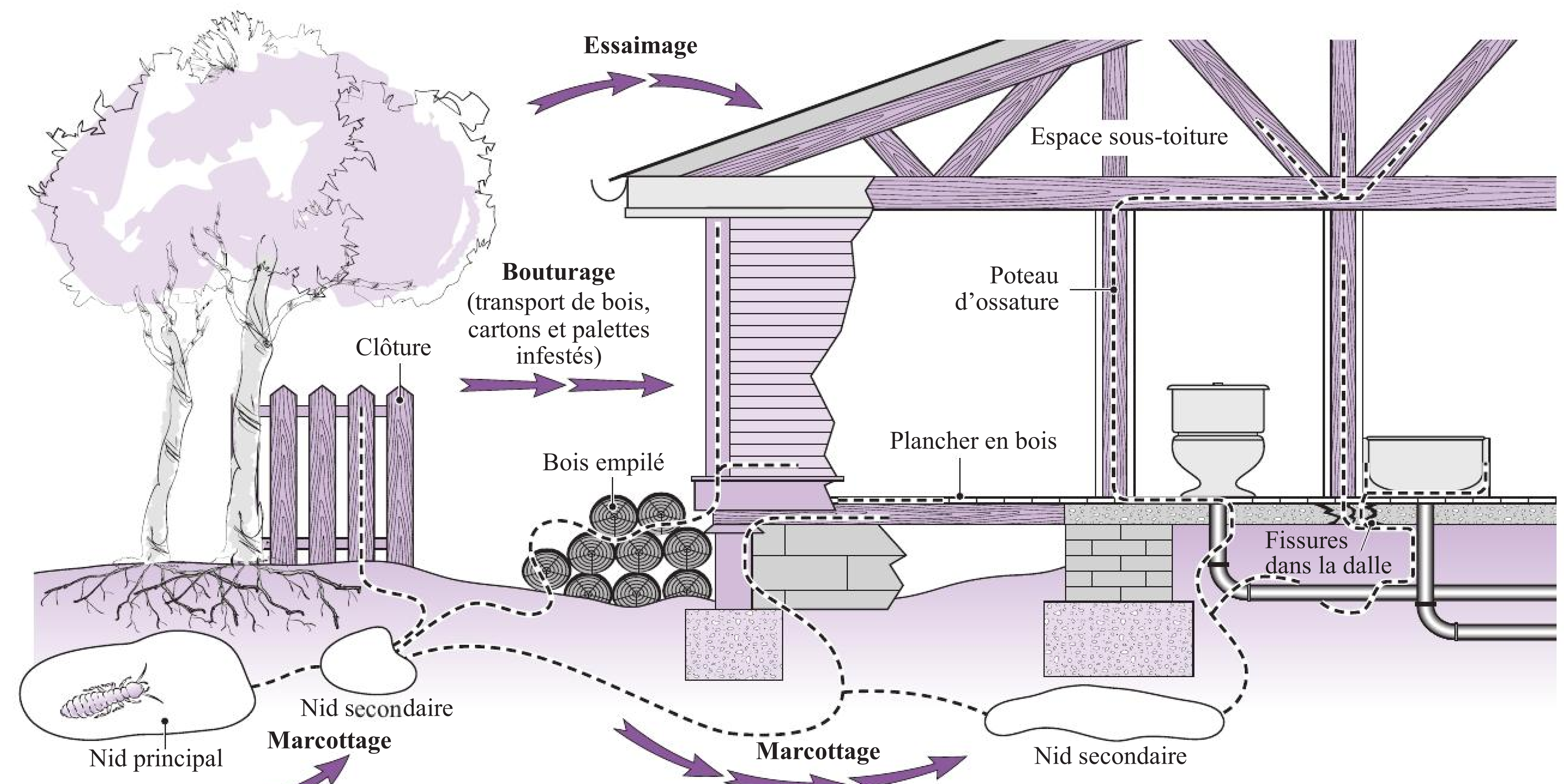
b Bois dégradé par des termites



a Cycle biologique des termites souterrains

Modes de propagation

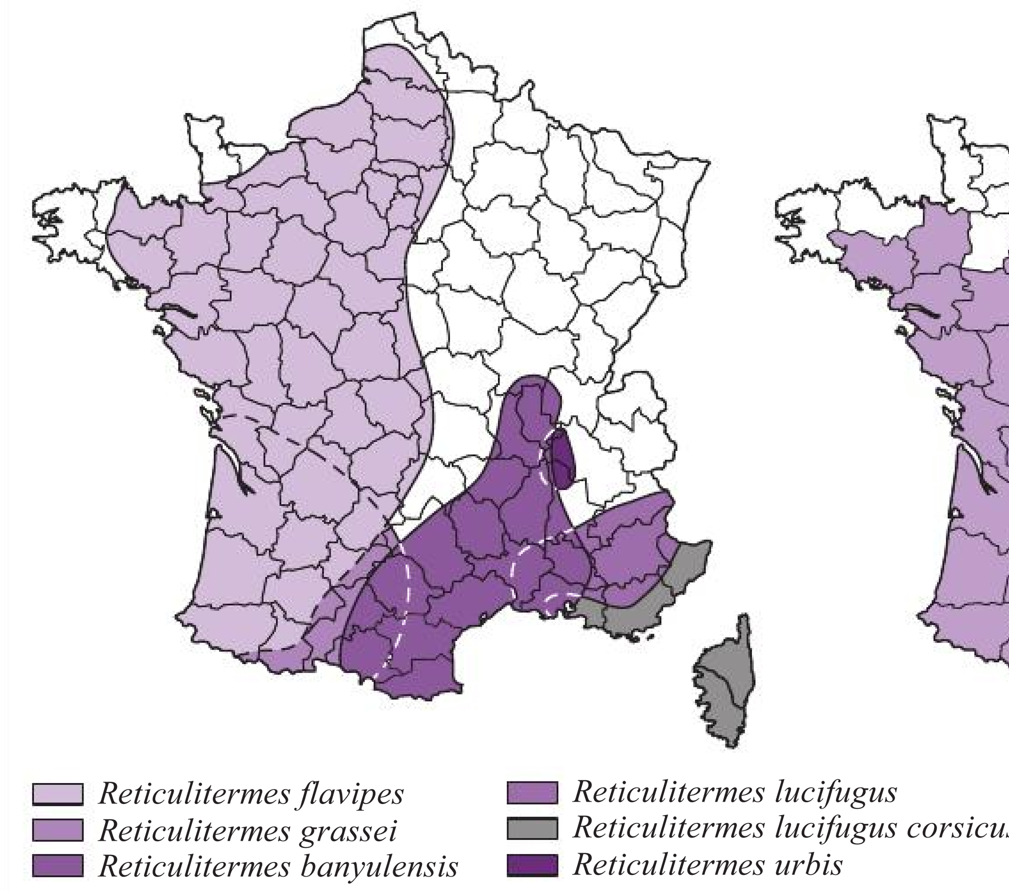
Les termites se propagent selon trois modes :
- l'essaimage : envol groupé qui a lieu une fois par an ;
- le marcottage : formation de colonies filles issues d'une colonie mère dont elles restent plus ou moins dépendantes ;
- le bouturage : formation de nouvelles colonies par transport de matériau infesté.



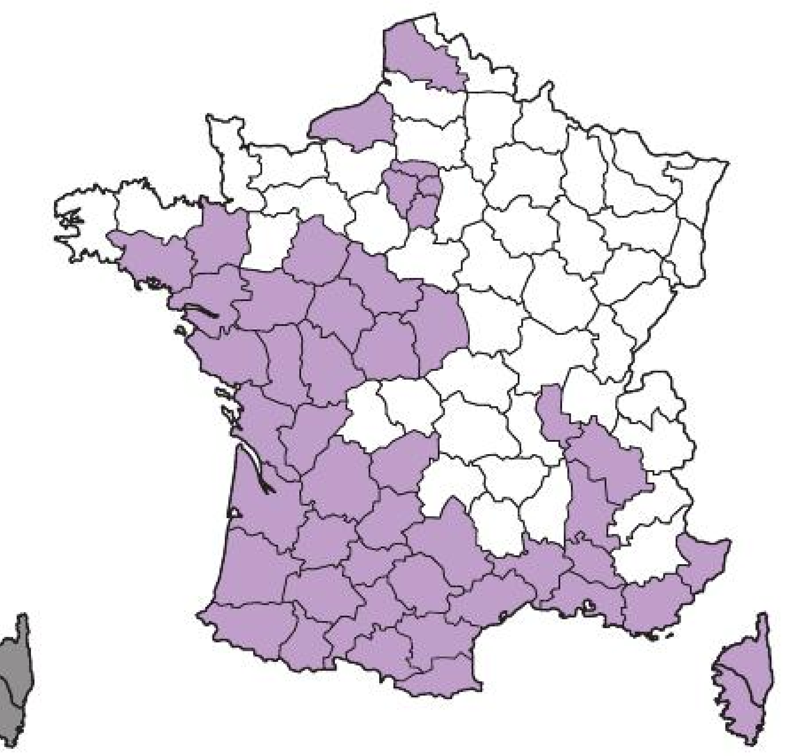
Voies d'entrée et mode de dissémination des termites

Diagnostic et répartition en France métropolitaine

Les termites souterrains sont présents sur le territoire métropolitain, plusieurs espèces pouvant partager le même secteur géographique (a). Des mesures de protection sont imposées par la réglementation dans les communes des départements contaminés ou susceptibles de l'être à court terme (b). Une notice technique (c) remise par le constructeur au propriétaire atteste que tous les bois de construction mis en œuvre dans les nouveaux bâtiments ou rapportés aux bâtiments existants sont :
- soit naturellement résistants aux termites ;
- soit traités préventivement pour une durée minimale de 10 ans ;
- soit contrôlables ou susceptibles d'être remplacés.



a Répartition des espèces (termites souterrains)



b Départements imposant des mesures de protection



ANNEXE I
(France métropolitaine)

MODELE DE NOTICE TECHNIQUE INDIQUANT LES MODALITES ET CARACTERISTIQUES DES PROTECTIONS MISES EN PLACE CONTRE LES TERMITES ET AUTRES INSECTES XYLOPHAGES

Insectes xylophages ☐ (hors termites) Termites ☐

Protection générale *(à remplir par le constructeur conformément au choix du maître d'ouvrage)*			
Ouvrage *(une fiche peut être ajoutée lorsque le nombre d'éléments par catégorie est supérieur à trois)*	**Naturellement durable** *(préciser l'essence)*	**Naturellement non durable** **Sans traitement** **Bois accessibles**	**Naturellement non durable** **Avec traitement** **(Durabilité garantie de 10 ans)**
Charpente* .... *(description des éléments)*......	☐☐☐	☐☐☐	☐☐☐
Eléments structuraux Horizontaux* .... *(description des éléments)*......	☐☐☐	☐☐☐	☐☐☐
Eléments structuraux Verticaux* .... *(description des éléments)*......	☐☐☐	☐☐☐	☐☐☐
Eléments Structuraux divers* .... *(description des éléments)*......	☐☐☐	☐☐☐	☐☐☐
La durabilité conférée s'accompagnera systématiquement de la fourniture d'une note décrivant la méthode ou le produit utilisé, sa composition, son fabricant et sa durée minimale d'efficacité.			

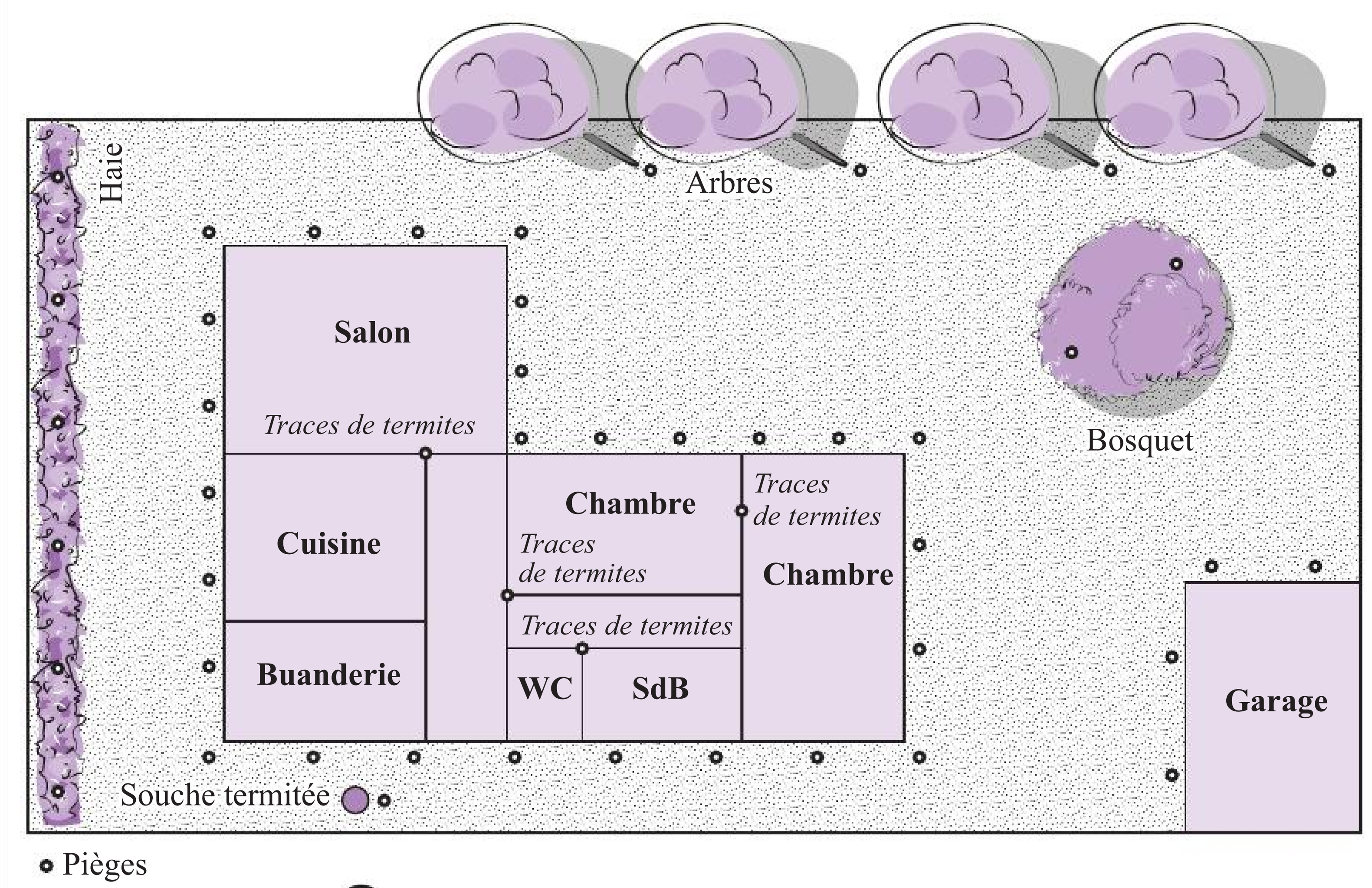
(Remplir en détaillant suivant localisation des parties de la construction ex. : Charpente industrialisée bât. 1)*

Protection complémentaire contre les termites entre le sol et la construction	
Barrière physico-chimique *La mise en place d'une barrière physico-chimique s'accompagnera de la fourniture d'une attestation décrivant le produit utilisé, sa composition, son fabricant et sa durée minimale d'efficacité.*	☐
Barrière physique *La mise en place d'une barrière physique s'accompagnera de la fourniture d'un descriptif du système utilisé.*	☐
Dispositif de construction contrôlable *La mise en place d'un dispositif de construction contrôlable s'accompagnera de la fourniture d'un descriptif du système utilisé et des modalités de contrôle associées.*	☐

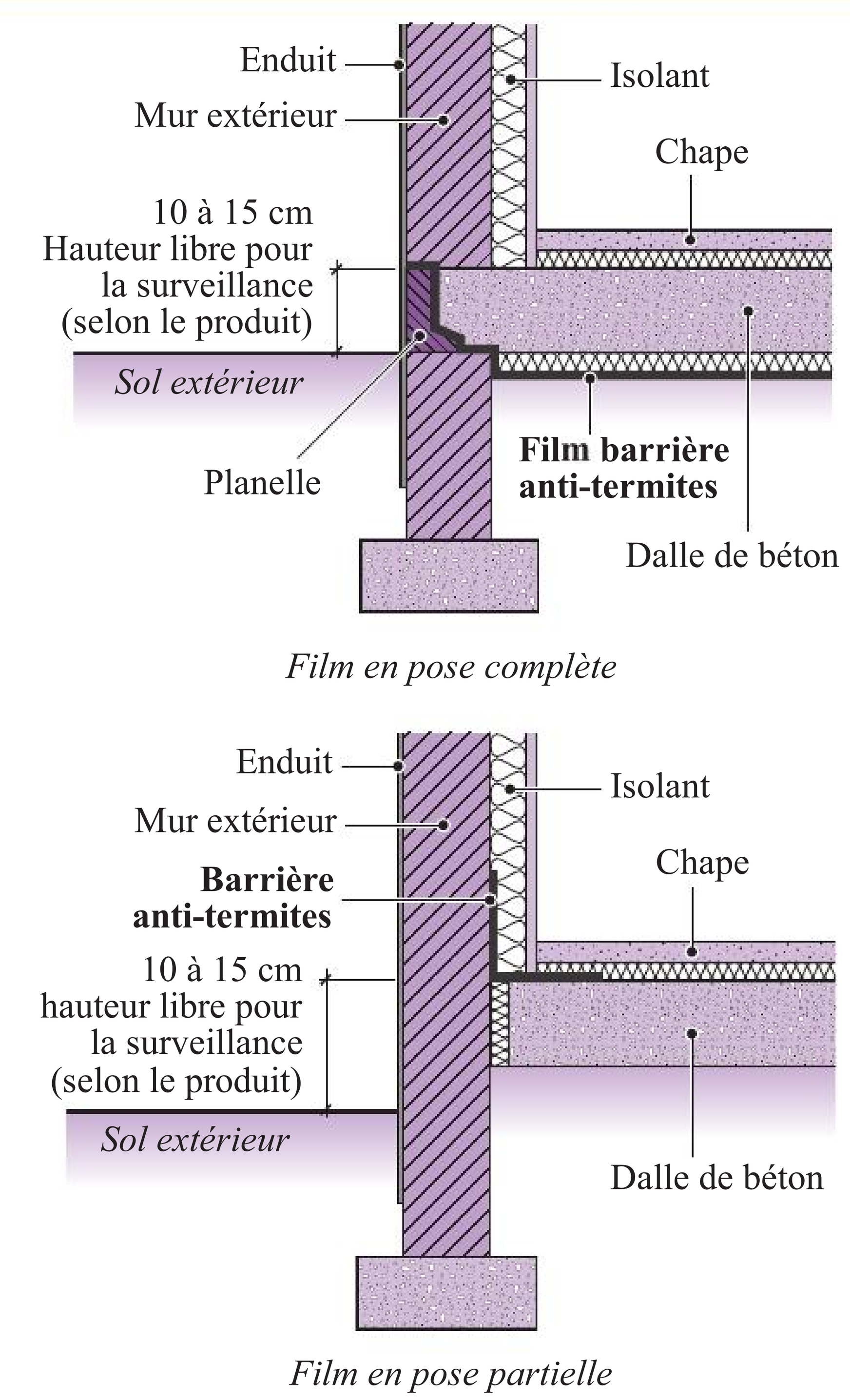
c Notice technique attestant de la protection contre les termites et autres insectes xylophages

Protection et traitements

La pose de pièges contenant un poison à effet retard permet d'éliminer les colonies présentes sur un site (a). Ce traitement, qui repose sur la biologie et le comportement social des termites, peut agir de quelques mois à plusieurs années. Les mesures préventives pour les bâtiments neufs consistent, en dehors du traitement des bois, à protéger l'interface entre le sol et le bâtiment par l'installation de barrières physiques ou physico-chimiques sous forme de films en rouleau ou de résines polymérisables imprégnés de produits insecticides (b). Ce mode de protection contraint les termites à cheminer de façon apparente et facilite la surveillance du bâtiment.



a Installation de pièges pour une protection curative



b Barrières physico-chimiques préventives

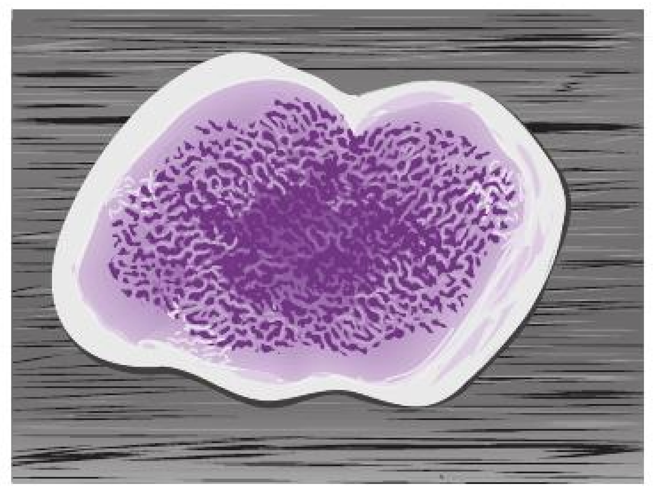
Comment ça marche

Mérules et champignons lignivores

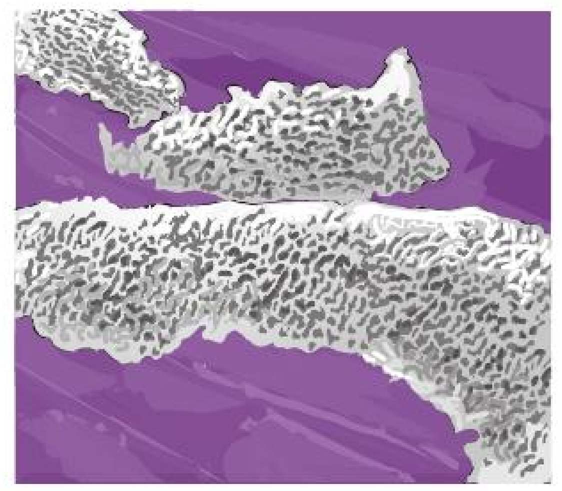
Les champignons de pourriture du bois pouvant infester les bâtiments vivent également en milieu forestier. Leur cycle de développement est identique à celui des champignons communs, avec des formes végétatives et des fructifications particulières (mycélium et sporophores). La mérule est un champignon lignivore des bois d'oeuvre de pourriture cubique qui dégrade la cellulose et l'hémicellulose du bois. L'humidité associée à l'obscurité et à une ventilation inadaptée favorise la propagation des champignons.

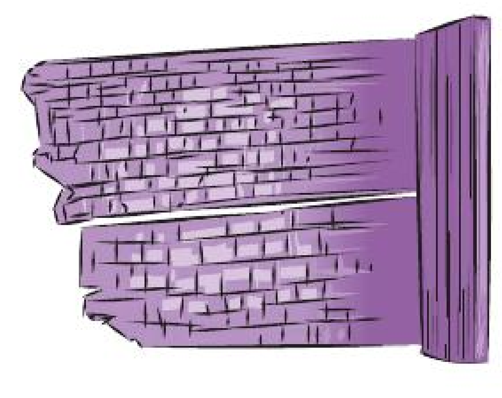
Identification des espèces

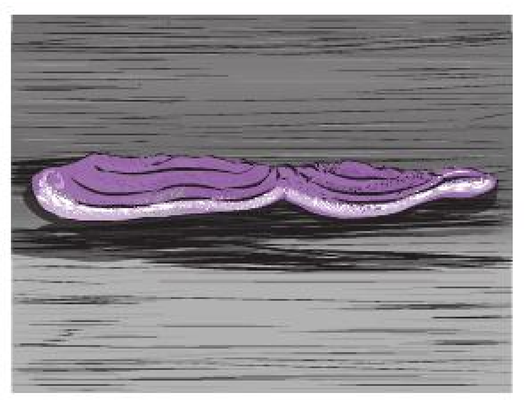
La présence dans le bâtiment de fructifications et de mycéliums de champignons permet d'identifier le ou les champignons responsables des dégâts. Les champignons de pourriture des bois d'œuvre se distinguent également en fonction des dégâts occasionnés :
- champignons de pourriture fibreuse également appelée pourriture blanche : bois ramolli se décomposant en fibres blanchies ;
- champignons de pourriture cubique également appelée pourriture brune : décomposition du bois en cubes de couleur foncée ;
- champignons de pourriture molle : bois spongieux de couleur foncée laissant apparaître des petits cubes en surface au séchage.


Mérules


Coniophorés


Polyporés


Bois dégradé par des champignons de pourriture cubique


Trametoïdes

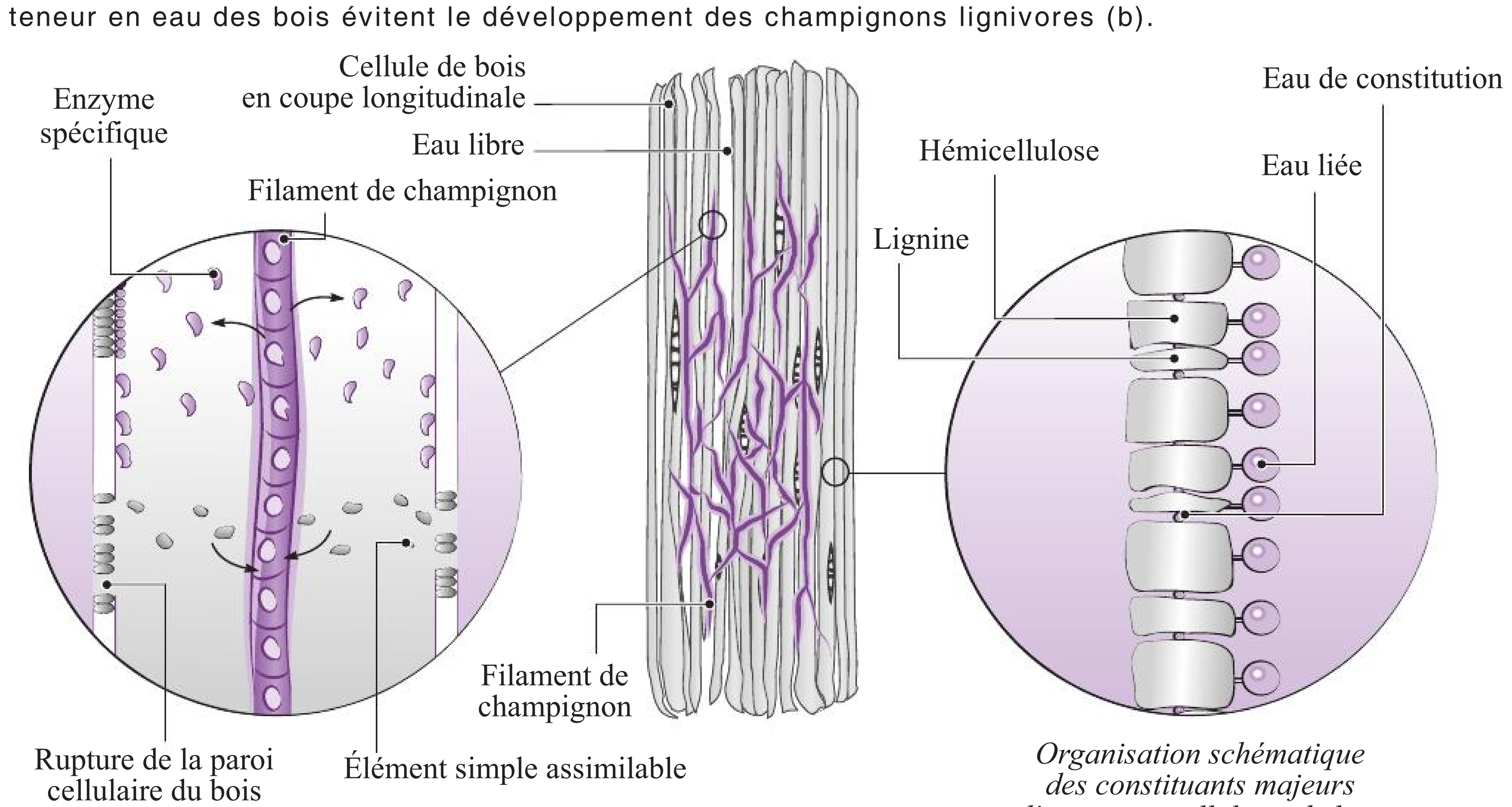

Agaricoïdes


Corticiés

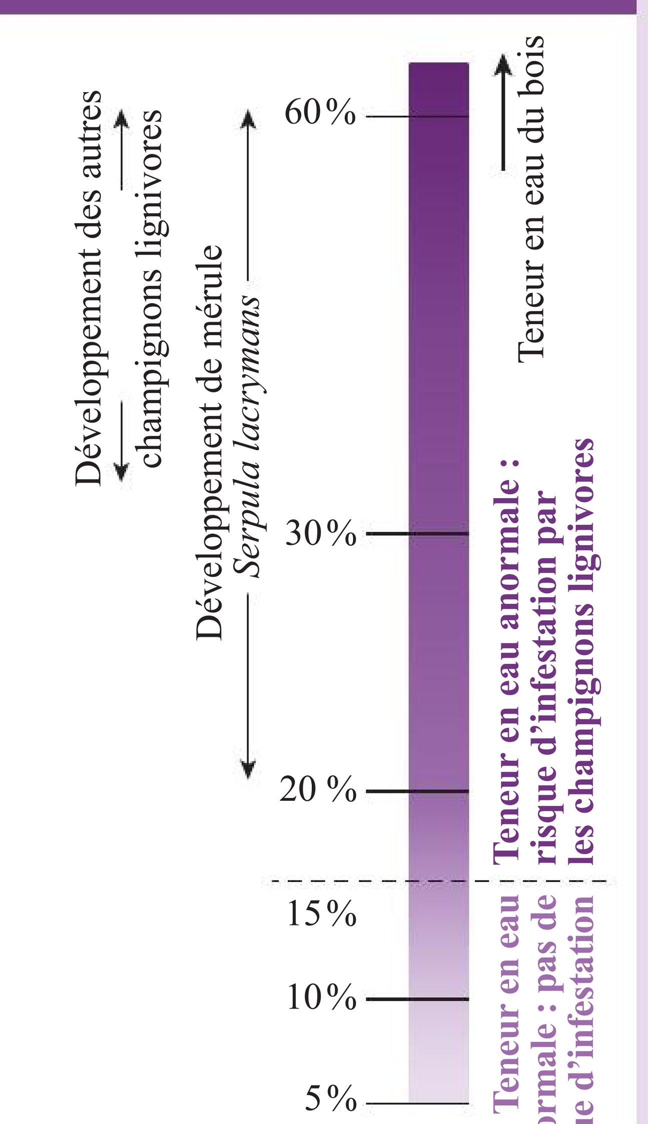

Cupulés

Nutrition et développement

Pour extraire les éléments nutritifs des cellules du bois, les champignons lignivores sécrètent des enzymes qui dégradent et cassent les macromolécules du bois en éléments simples, petits et assimilables par le filament fongique (a). Dans un bâtiment bien conçu et correctement entretenu, l'humidité ambiante et la teneur en eau des bois évitent le développement des champignons lignivores (b).



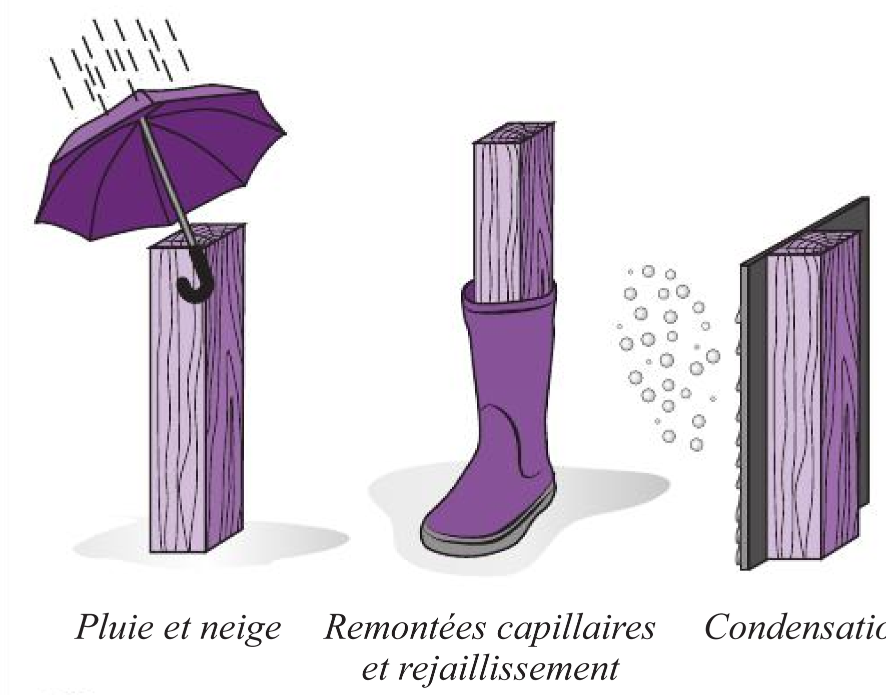
a **Nutrition des champignons dans les cellules de bois**



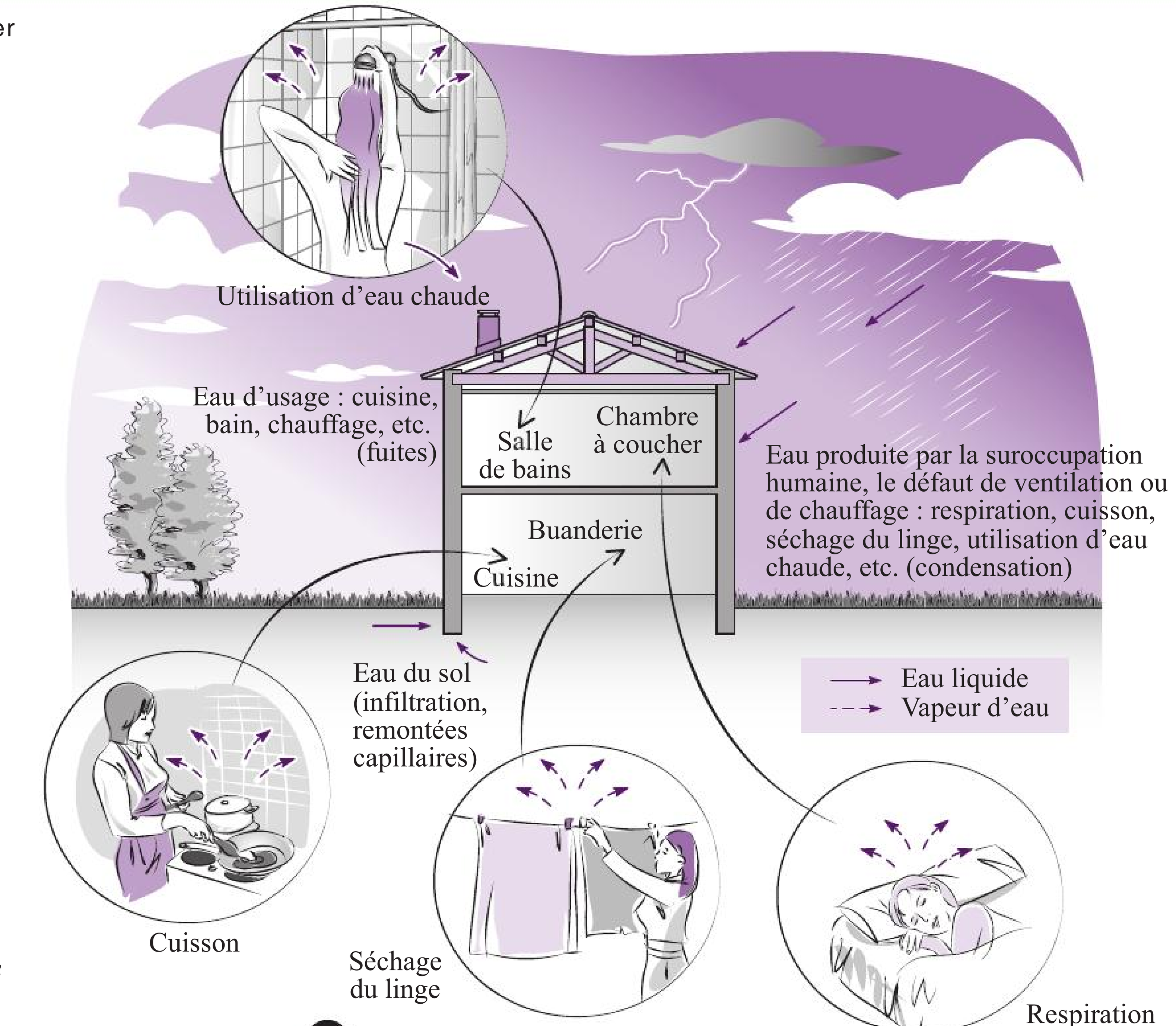
b **Risque de développement fongique**

Sources d'humidité propices au développement

La conception d'un bâtiment doit permettre d'assurer sa salubrité et sa durabilité en protégeant les bois de leur humidification sous toutes ses formes (a), propice au développement des moisissures et des champignons de pourriture.
Les champignons lignivores se développent dans une atmosphère confinée et un taux élevé d'humidité inhabituel.
Par ailleurs, les champignons lignivores préparent le bois aux attaques des insectes xylophages.
Quatre sources d'excès d'humidité sont possibles (b) :
- l'eau du sol qui imprègne les murs ;
- les infiltrations d'eau de pluie ;
- l'humidité de condensation ;
- l'humidité d'origine accidentelle.



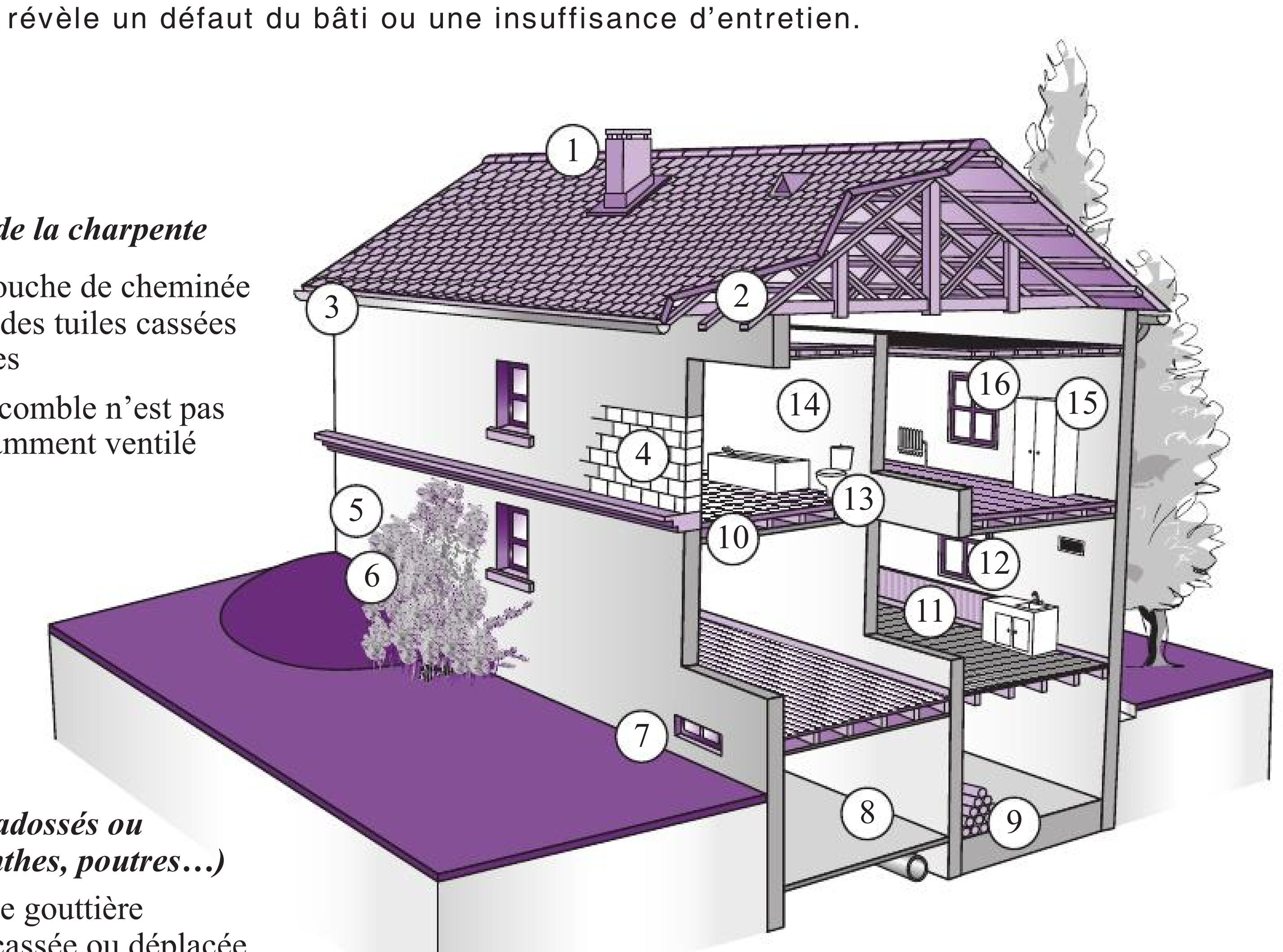
a **Principes de protection contre les différentes formes d'humidification**



b **Sources d'humidité dans les logements**

Zones d'infestation de champignons dans un bâtiment

Les champignons et leurs dégâts sont rarement directement apparents. Néanmoins, ils sont la conséquence d'un déséquilibre hydrique dans le bâtiment et leur présence peut être suspectée dès lors qu'une humidification anormale de bois confinés est repérée. La présence de champignons révèle un défaut du bâti ou une insuffisance d'entretien.



Dans les bois de la charpente

1 - Sous une souche de cheminée fissurée ou des tuiles cassées ou déplacées
2 - Lorsque le comble n'est pas ou insuffisamment ventilé

Dans les bois adossés ou encastrés (plinthes, poutres…)

3 - Derrière une gouttière déformée, cassée ou déplacée
4 - Derrière une maçonnerie dégradée ou présentant une fissure infiltrante
5 - Derrière un mur non exposé au soleil et recouvert de végétation
6 - Derrière un mur enterré non étanché

Dans tous les bois (posés sur le sol ou contre les murs, encastrés, etc.)

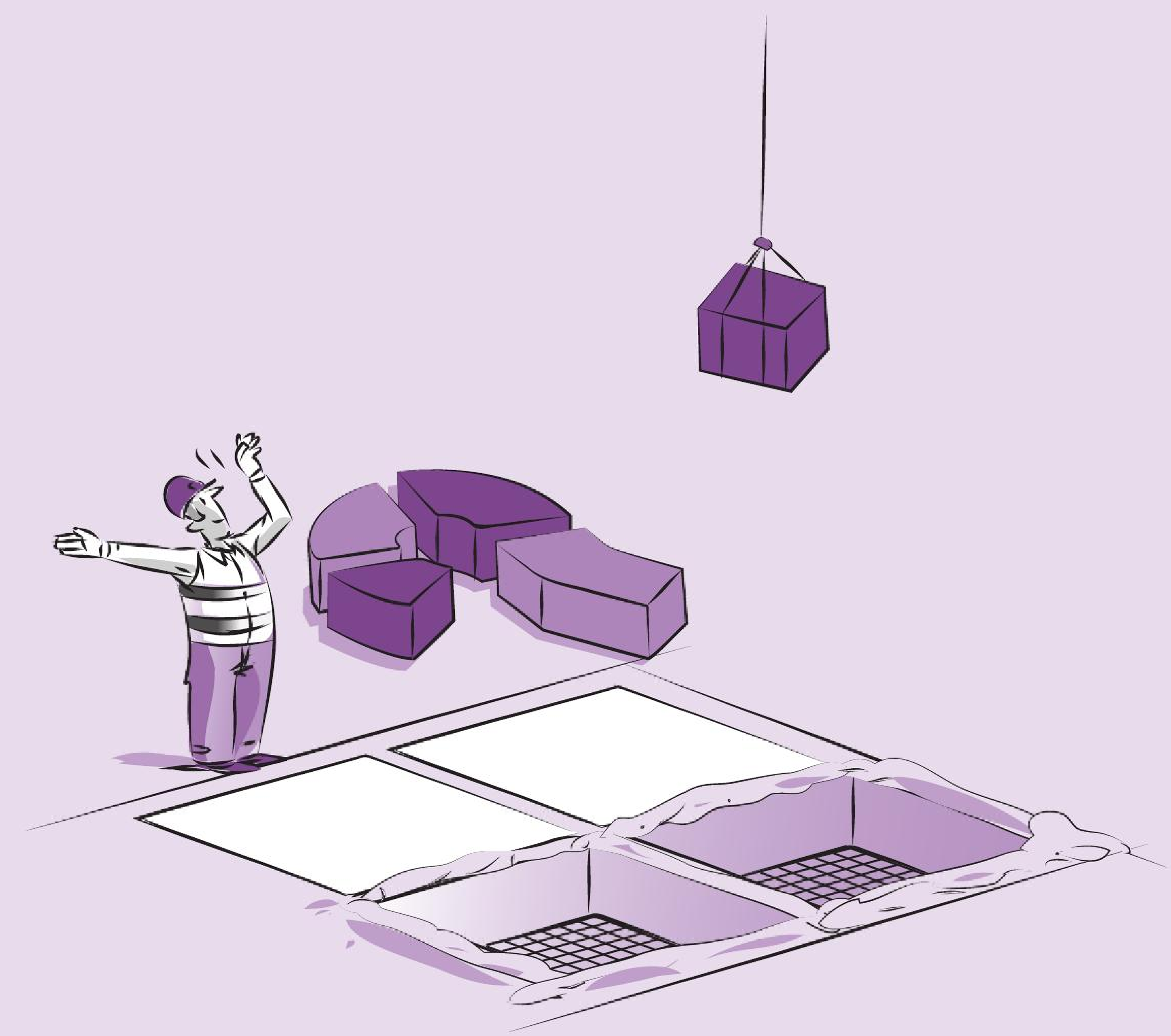
7 - Lorsqu'une cave n'est pas ou insuffisamment ventilée
8 - À proximité de fuites de canalisations
9 - Si les bois sont stockés directement sur un sol en terre

Dans tous les bois

10 - Dans tout volume confiné, par exemple sous un revêtement de sol étanche à l'air enfermant un plancher en bois, dans un surbaissement de plafond constituant un plénum non ventilé et mal isolé ou derrière une isolation thermique inadaptée ou mal posée favorisant des condensations
11 - Derrière des lambris accolés à un mur froid
12 - Lorsqu'une pièce n'est pas ou insuffisamment ventilée
13 - À proximité de fuites de canalisations ou de défauts d'étanchéité des joints
14 - Lorsqu'une pièce insuffisamment ou mal chauffée entretient une humidité persistante, certains appareils indépendants de chauffage pouvant générer un surplus d'humidité
15 - Derrière un meuble accolé à un mur froid
16 - À proximité de fenêtres en mauvais état ou de fenêtres modifiées ou remplacées sans adaptation de la ventilation générale

Principales zones d'infestation par des champignons dans une maison d'habitation

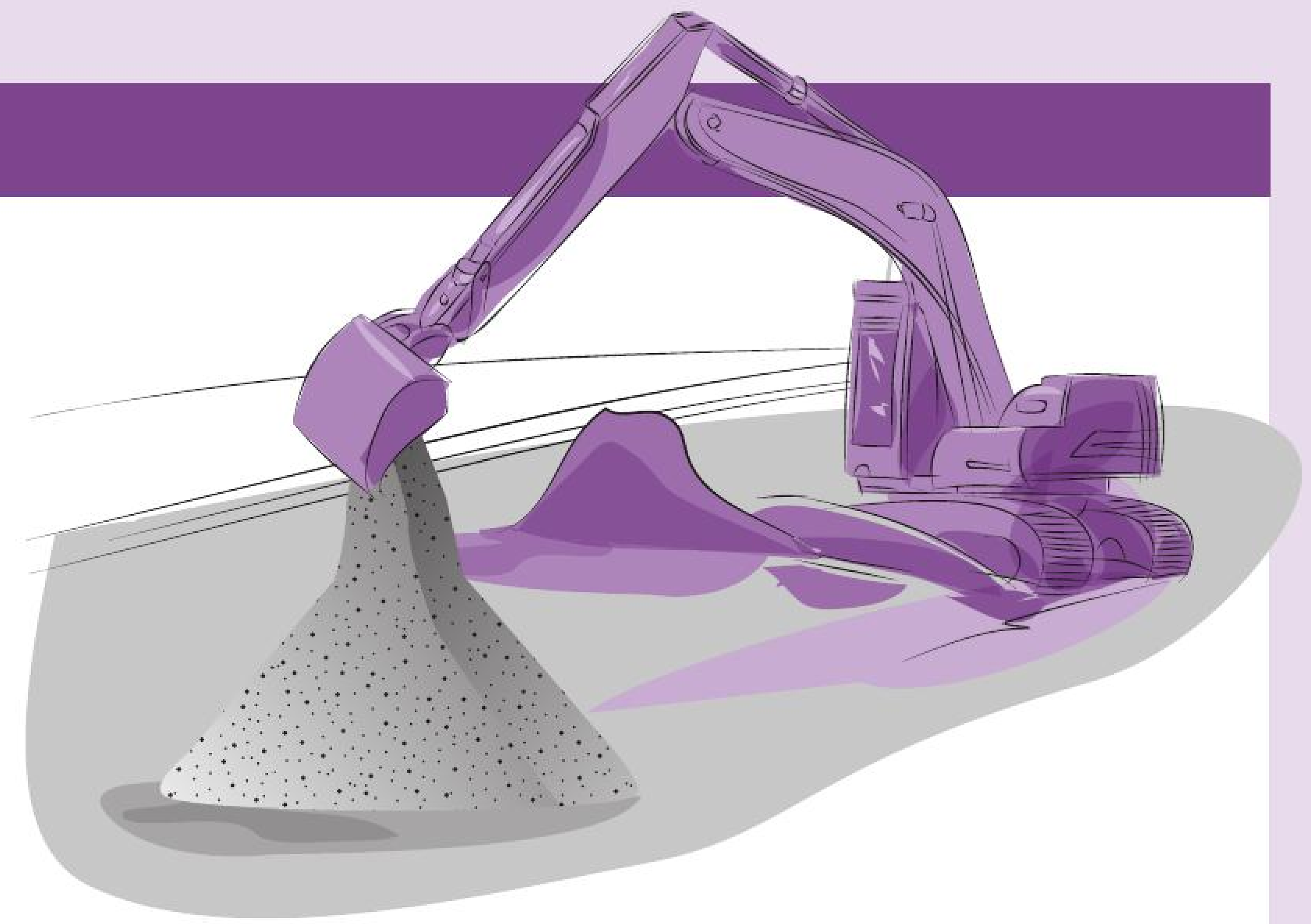
Gros œuvre



Comment ça marche

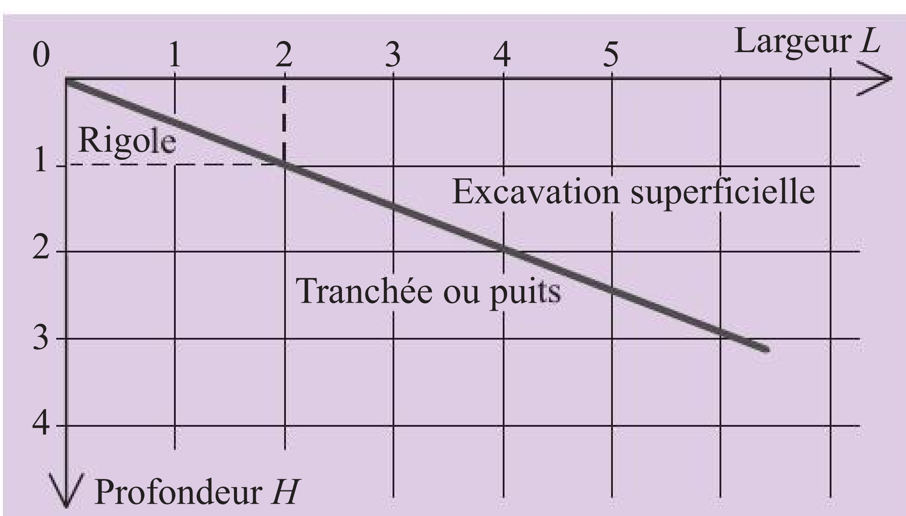
Fouilles et terrassements

La réalisation des fouilles et de terrassements nécessite de niveler le terrain, de retrousser la terre végétale, d'effectuer des décaissements ou des apports de terre. Ces interventions modifient le relief en abaissant le niveau par l'enlèvement de terre ou en le rehaussant par des apports. Ces travaux sont optimisés lorsqu'ils sont réalisés sans évacuation de terre excédentaire ni apport de terre complémentaire.



Vocabulaire

Les fouilles sont réalisées au droit des ouvrages et peuvent avoir plusieurs configurations (en rigole, en tranchée, en puits, etc.). L'équilibre naturel d'un sol est maintenu en respectant une inclinaison de pente, appelée talus naturel. L'angle de talus naturel est indiqué en degrés par rapport à l'horizontal (a), ou selon la pente par le rapport entre la distance horizontale et verticale (L/h) (b). Les sols ébouleux peuvent être blindés par une paroi retenant les terres (c).

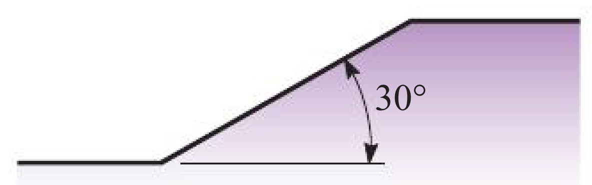


Excavation superficielle $\begin{cases} L \geq 2\text{ m} \\ H \leq L/2 \end{cases}$

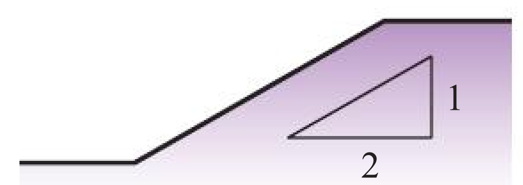
Fouille en rigole ⟶ $L \leq 2\text{ m} \quad H < 1\text{ m}$

Fouille en tranchée $\begin{cases} L \leq 2\text{ m} & H > 1\text{ m} \\ L \geq 2\text{ m} & H > L/2 \end{cases}$

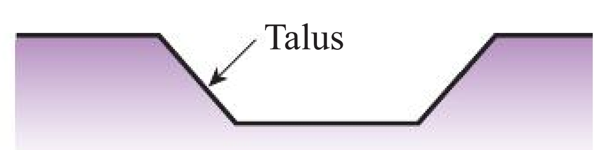
Dénomination des fouilles selon leurs dimensions



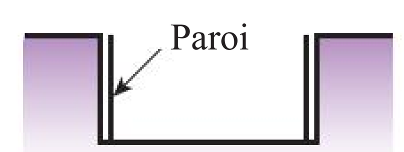
(a) Talus à 30°



(b) Pente 2/1



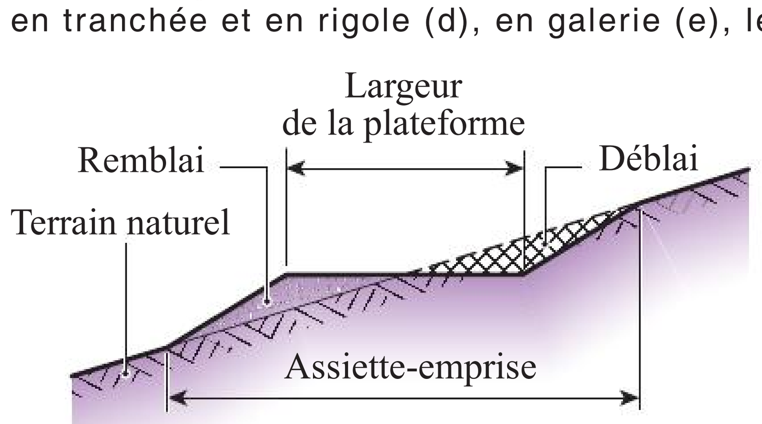
Fouille talutée (sol pulvérulent)



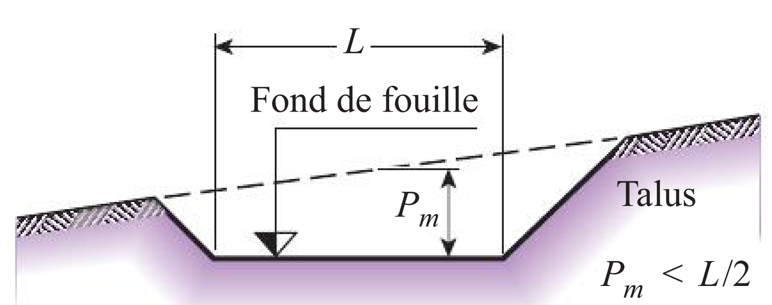
(c) Fouille blindée

Types de fouilles

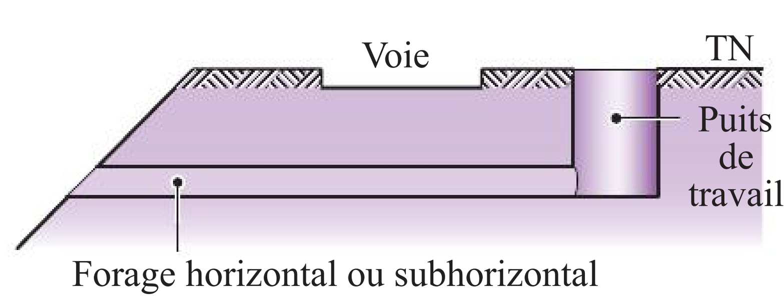
Sont distingués les terrassements en déblai et en remblai (a), les fouilles ou excavations superficielles (b), en pleine masse (c), en tranchée et en rigole (d), en galerie (e), les puits (f) et les forages (g).



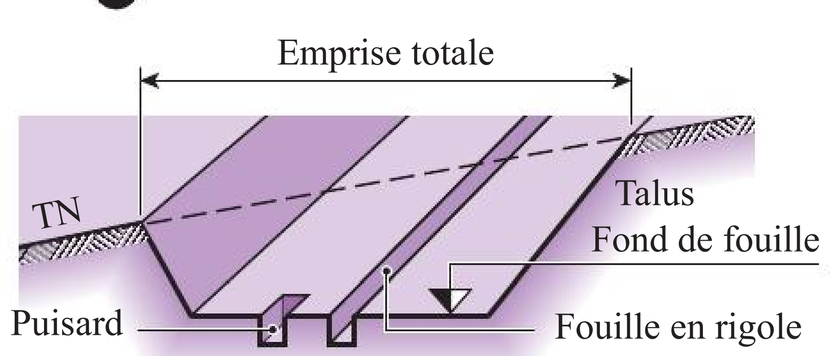
(a) Terrassement en déblai et en remblai



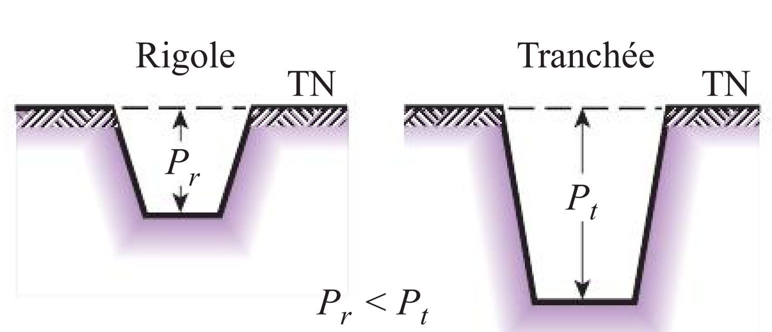
(b) Fouille ou excavation superficielle



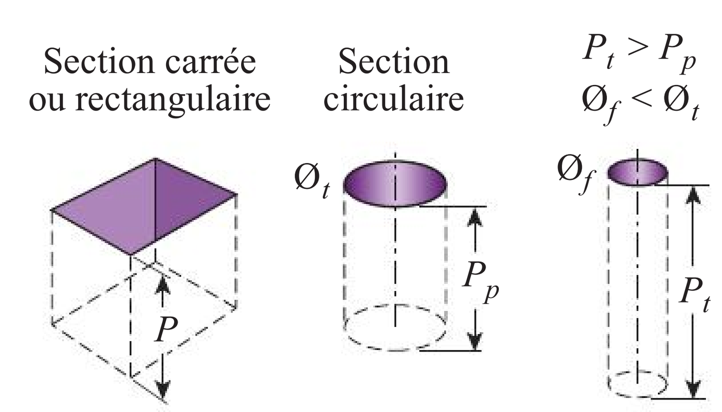
(e) Fouille en galerie



(c) Fouilles en pleine masse et en rigole



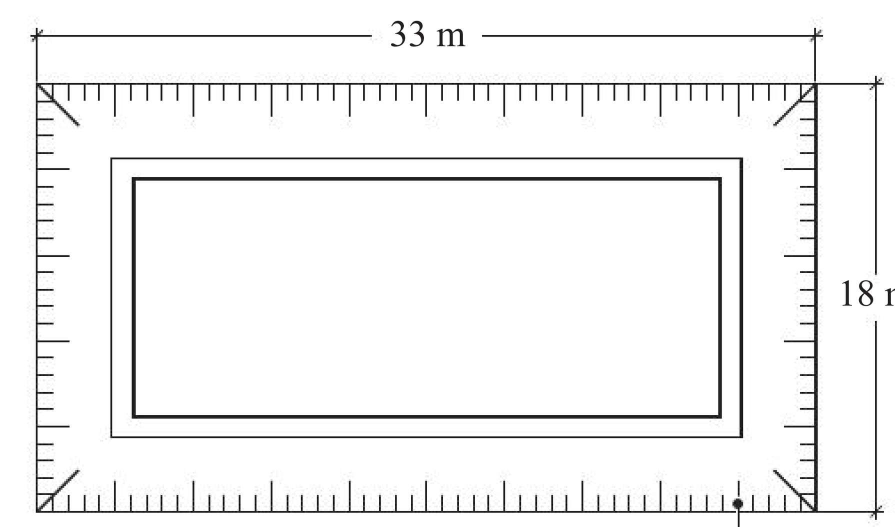
(d) Fouilles en tranchée et en rigole en terrain compact



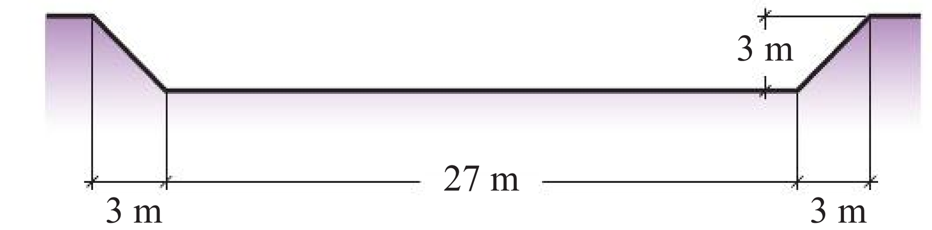
(f) Fouilles en puits **(g) Forage**

Calcul du volume de la fouille

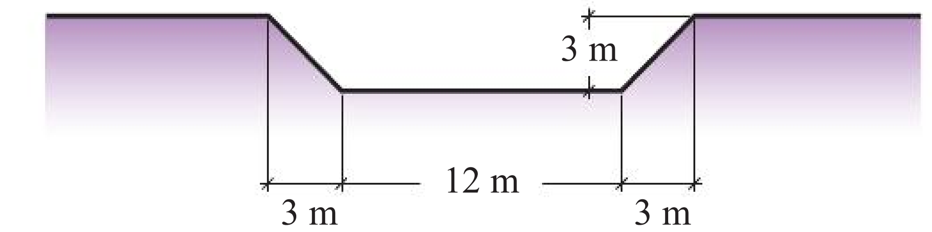
La representation graphique d'une fouille permet de calculer son volume. Cette représentation est réalisée sur le plan de terrassement et selon un profil en long et en travers. Lorsque la surface est bordée par des parois, le volume de la fouille correspond à la surface de la fouille multipliée par la hauteur de la fouille. Dans des fouilles talutées, la surface augmente en partant du fond pour s'agrandir jusqu'à la surface de la fouille. Un tel type de volume se calcule par la formule des trois niveaux.



Vue en plan



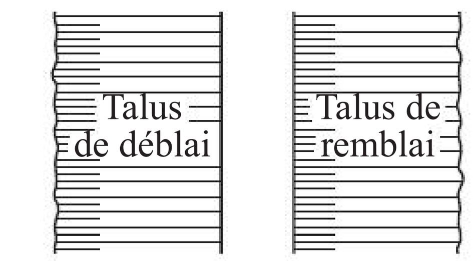
Profil en long



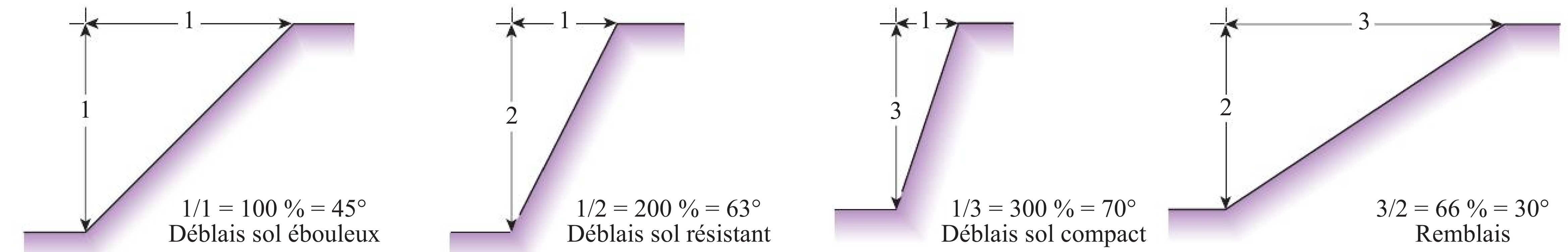
Profil en travers

$$v = \frac{h}{6} \times (S_0 + 4 \times S_1 + S_2)$$

Hauteur de la fouille ; Surface à mi-hauteur ; Volume de la fouille ; Surface du fond de fouille ; Surface du haut de fouille



Représentation graphique des talus



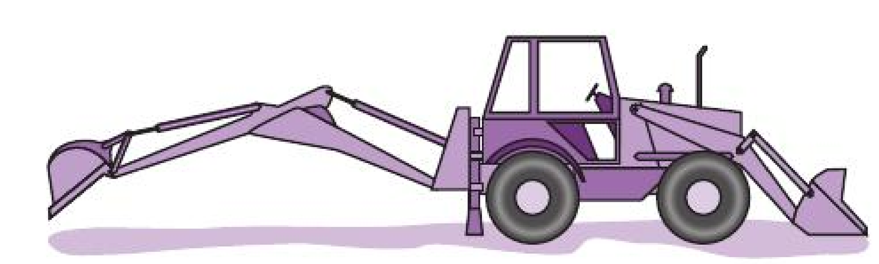
Pentes des talus et remblais en fonction du type de sol

Engins d'excavation et de terrassement

Les moyens mécaniques usuels sont les suivants :
- la pelle hydraulique (a), qui sert à l'extraction et au transport de tous types de matériaux. Elle est dite en rétro lorsque l'ouverture de son godet est disposée vers le bas et en butte lorsqu'elle est vers le haut ;
- le tractopelle (b), qui est particulièrement adapté aux petits travaux de terrassement, associe sur son châssis de tracteur un godet de chargeuse et une pelle en rétro ;
- le bulldozer ou bouteur (c), puissant engin d'excavation et de refoulement de terre et de roche ;
- la chargeuse sur pneus (d), essentiellement affectée au chargement sur camions-bennes, mais convient également à l'excavation et aux déplacements de terre ;
- la foreuse (e), qui permet l'exécution de fouilles en puits et de forages de section circulaire.



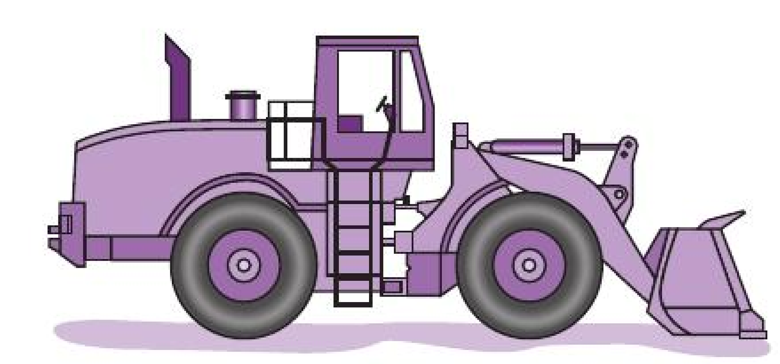
(a) Pelle hydraulique sur pneus avec godet en rétro



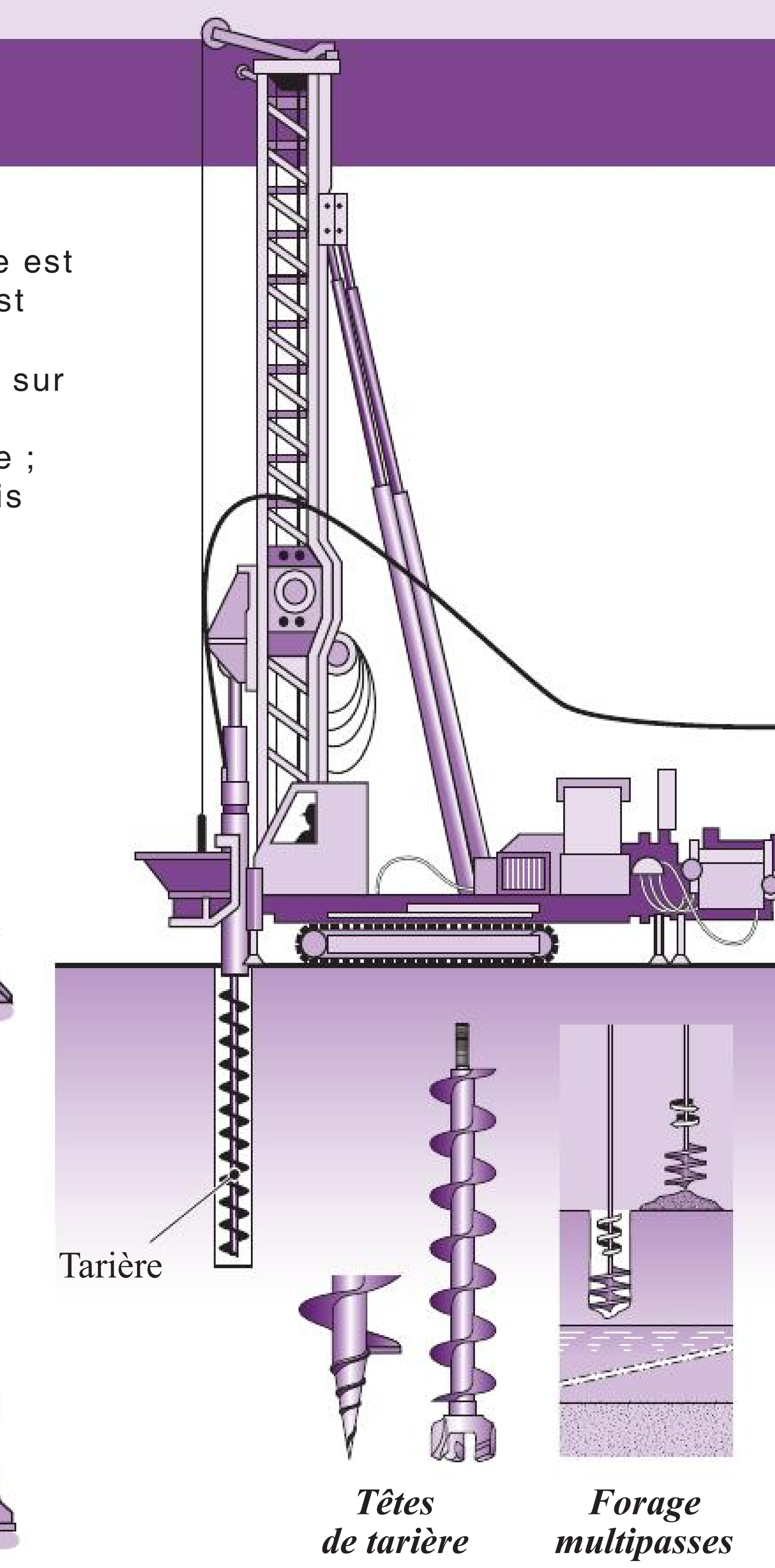
(b) Tractopelle hydraulique



(c) Bulldozer ou bouteur



(d) Chargeuse sur pneus



(e) Foreuse pour puits circulaires

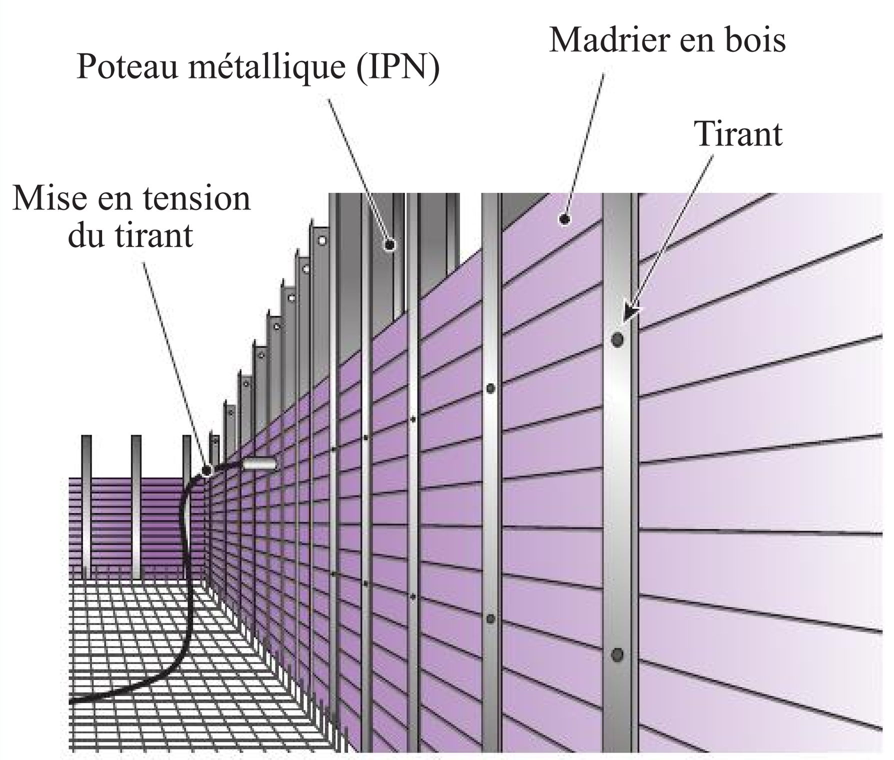
Comment ça marche

Blindages et étaiements

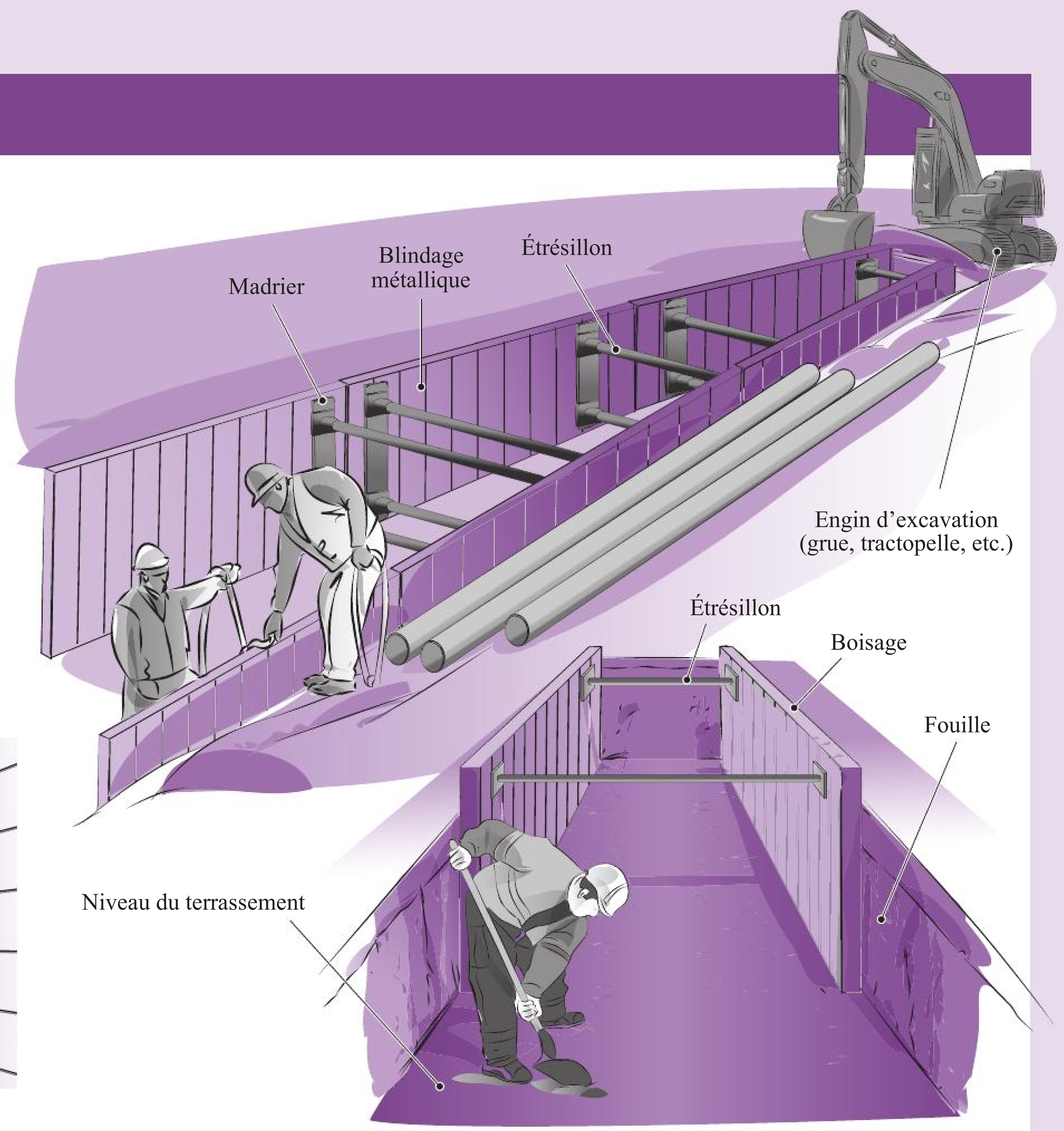
Les infiltrations, les ruissellements d'eau ou les charges fixes et mobiles situées à proximité d'une excavation imposent le maintien des sols ébouleux. Lorsque la profondeur de la fouille est importante, pour prévenir les éboulements, les risques d'accidents et pour diminuer l'emprise de l'excavation, il est nécessaire, voire indispensable, d'effectuer le blindage (ou boisage) des fouilles.

Vocabulaire

Déterminé en fonction de la nature du terrain et du caractère à risque de l'environnement du chantier, le blindage est calculé de manière à reprendre la poussée des terres et des surcharges éventuelles occasionnées par le stockage de matériaux ou le passage d'engins. Il est constitué, pour les fouilles en tranchée, de parois jointives ou non, destinées au maintien des terres et d'étais ou d'étrésillons, maintenus en position contre les parois au moyen de calages en bois et de vérins à vis. Pour les fouilles plus importantes, sont utilisées des parois berlinoises, moulées ou clouées.

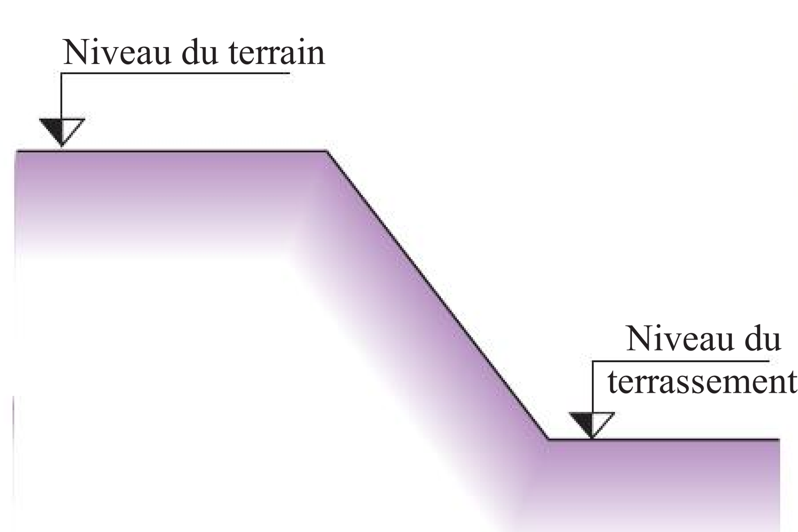


Paroi berlinoise

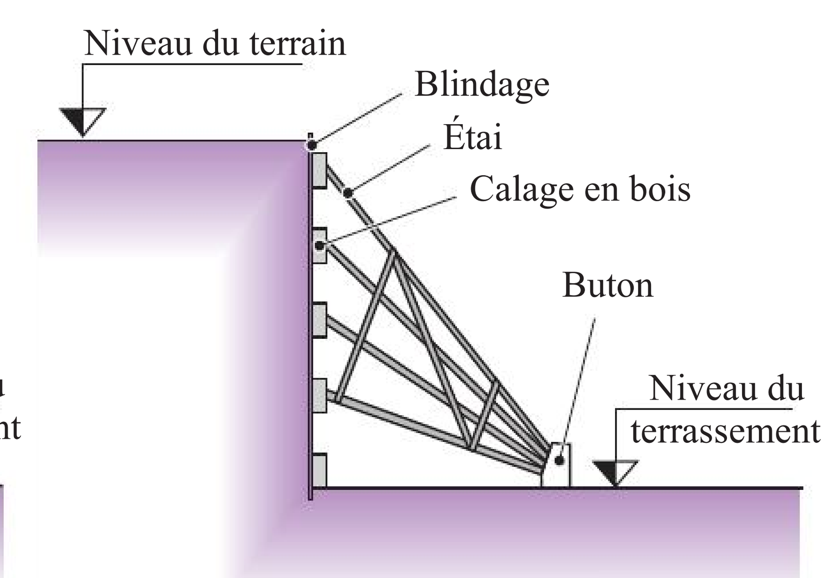


Emprise des fouilles et du blindage

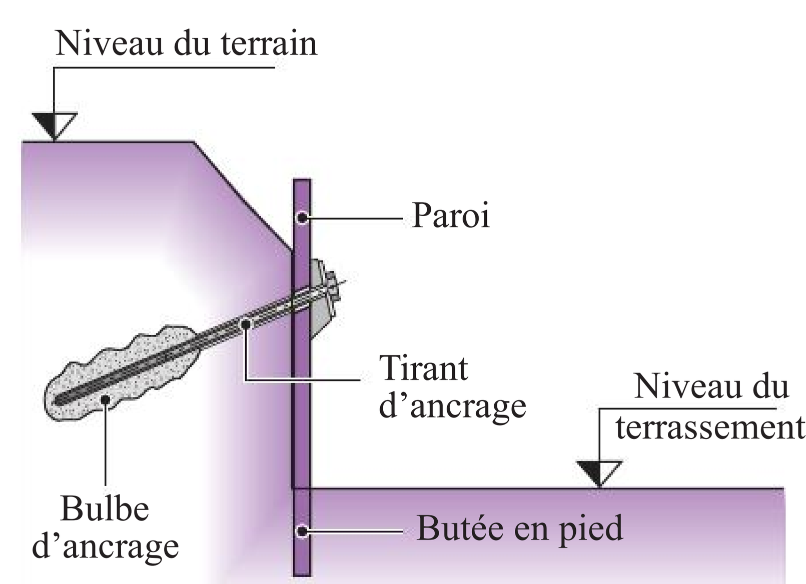
La mise en place du blindage et des étais impose une surlargeur de l'excavation permettant une intervention normale en fond de fouille, par exemple pour le coffrage d'un mur, la pose de canalisations, etc.



Talutage



Blindage avec étaiement

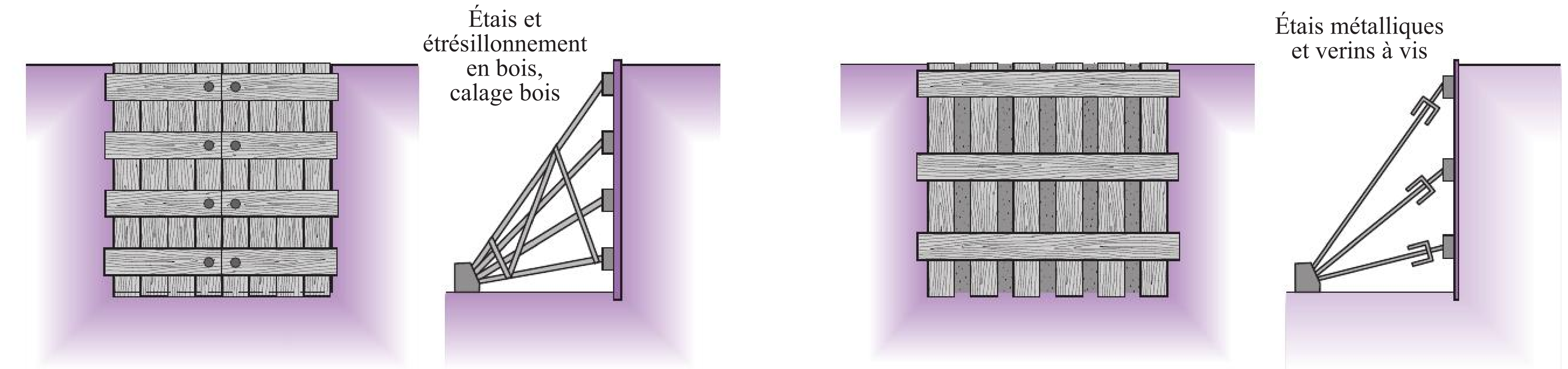


Blindage avec paroi armée

Modes de blindage des fouilles

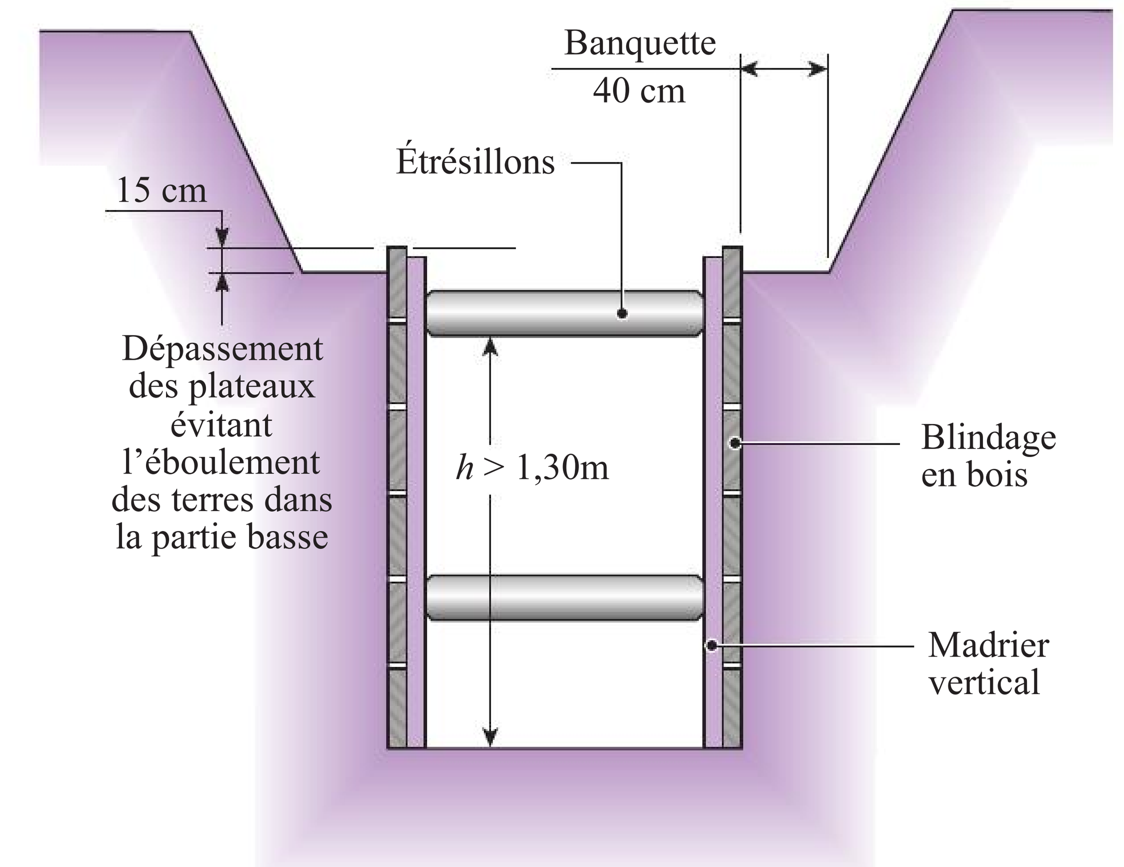
Différentes techniques de blindage sont utilisées selon le type de terrassement à exécuter et la profondeur des fouilles. On distingue pour les plus courantes :
- le platelage jointif ou non jointif, dans le cas de fouilles en pleine masse ou en tranchée (a) ;
- le boisage des fouilles en tranchée (b) ;
- la paroi berlinoise, composée de madriers maintenus dans des profilés métalliques de type IPN et de tirants d'ancrage (c) ;
- la paroi moulée, non démontable, qui exige un matériel lourd et coûteux (d) ;
- la paroi clouée en cas de fouilles en pleine masse (e).

Lorsque la cohésion des sols est satisfaisante et en l'absence d'eau, le blindage peut être remplacé par l'étaiement discontinu du terrain.

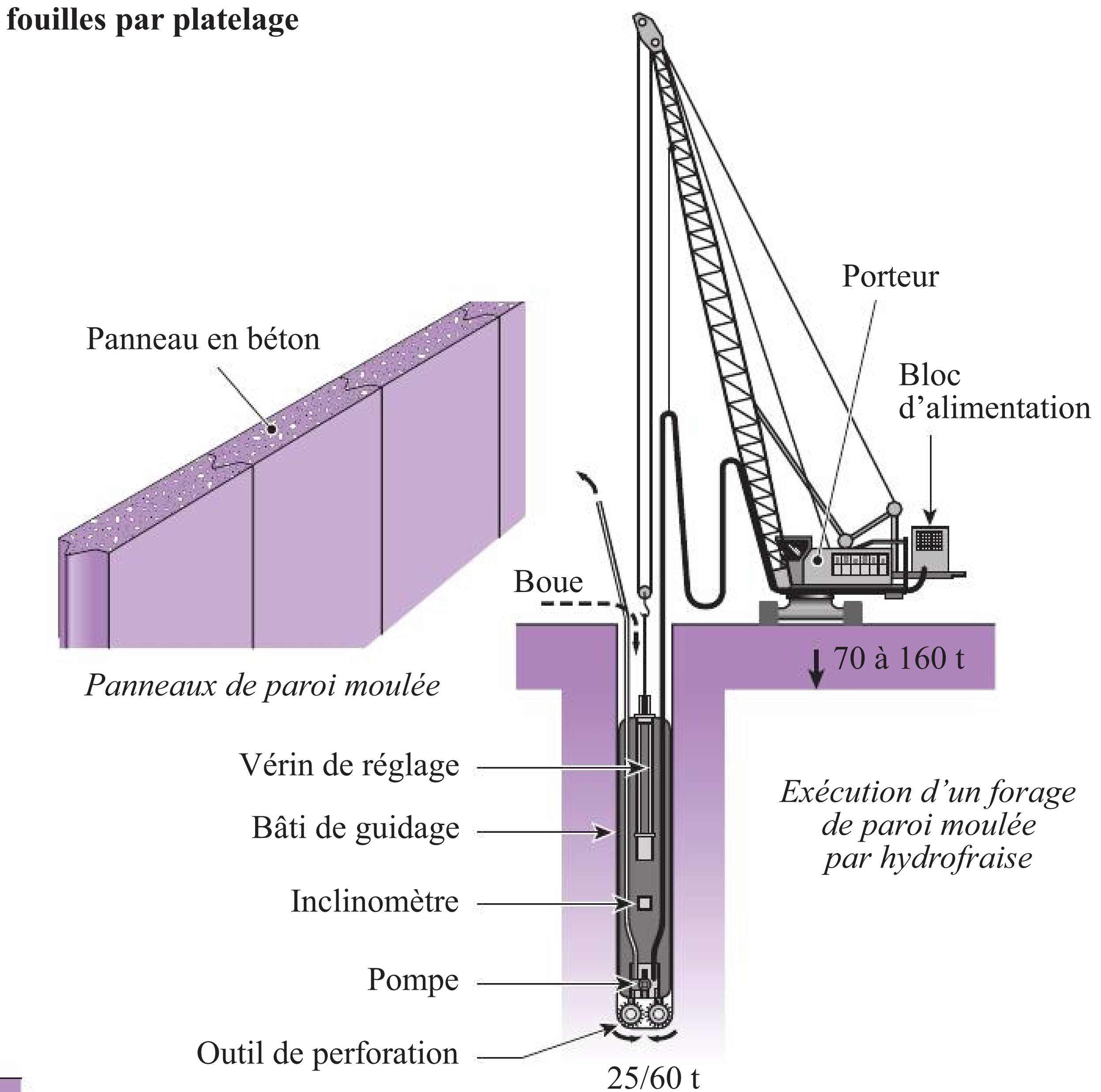


Platelage jointif *Platelage non jointif*

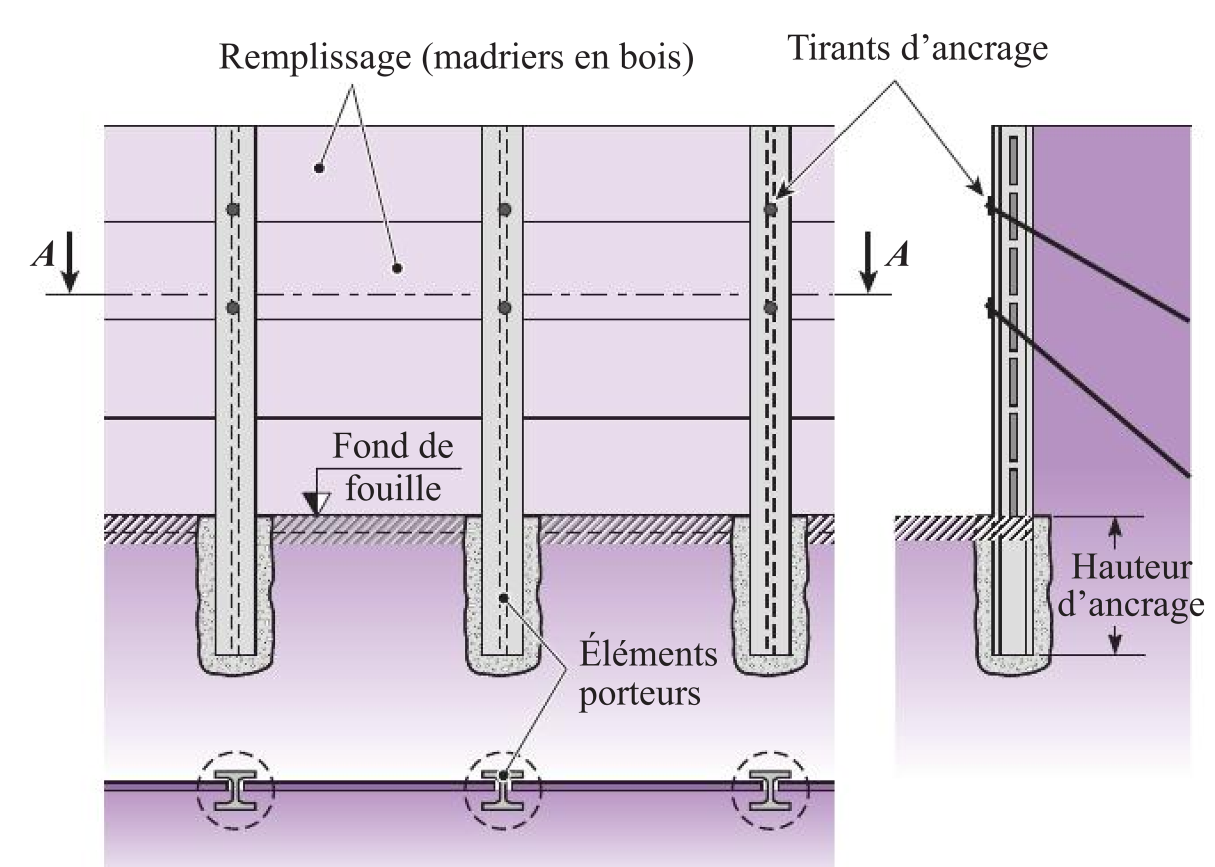
a Blindage des fouilles par platelage



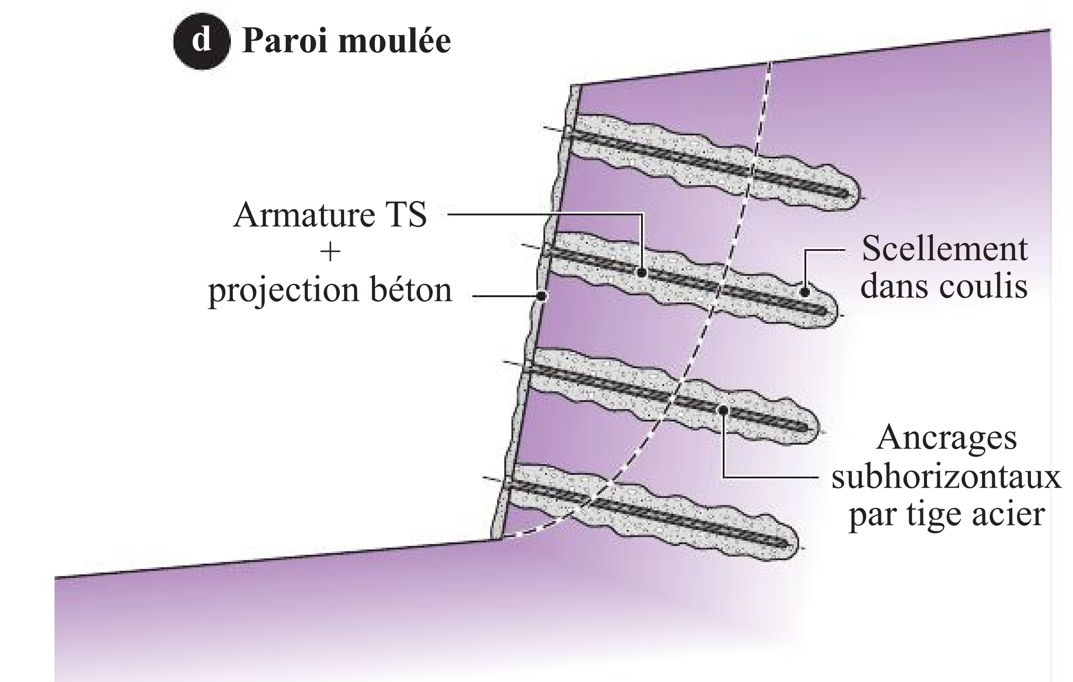
b Boisage des fouilles en tranchée



d Paroi moulée



c Paroi berlinoise



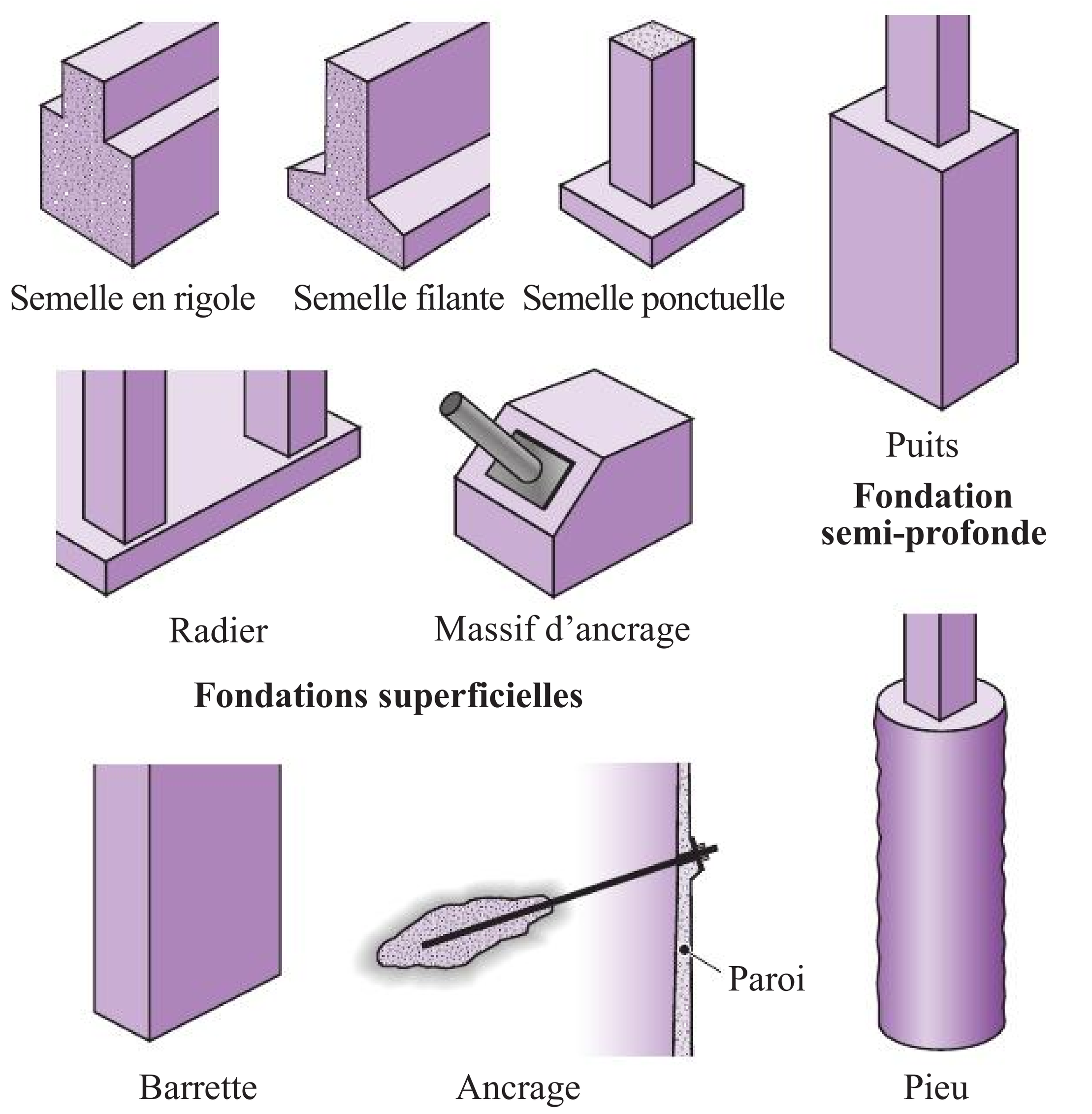
e Paroi clouée

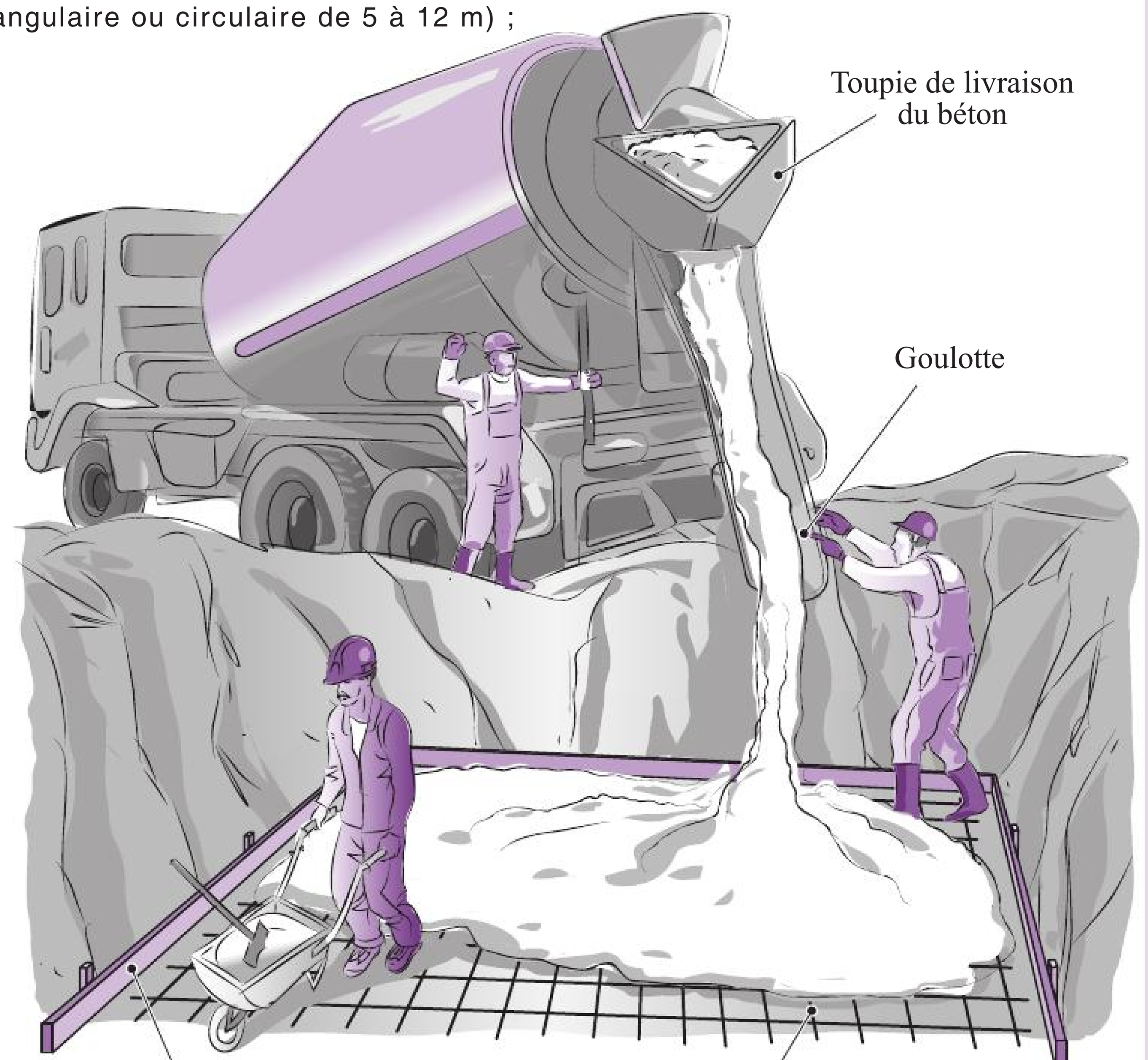
Fondations

Les fondations constituent l'interface entre un ouvrage et le sol sur lequel elles reportent l'ensemble des charges et contraintes auxquelles l'ouvrage est soumis. La nature du sol de la structure porteuse du bâtiment et les charges apportées définissent leur type et leurs dimensions. Les fondations supportent le poids de la construction et doivent résister aux efforts dus au vent et aux déformations du sol.
Les fondations peuvent être superficielles ou profondes.

Vocabulaire

Quatre types de fondations en béton armé sont dinstingués :
- les fondations superficielles (a) (semelles filantes ou ponctuelles, radiers, massifs d'ancrage) ;
- les fondations semi-profondes (b) (puits de section carrée, rectangulaire ou circulaire de 5 à 12 m) ;
- les fondations profondes (c) (pieux et micropieux) ;
- les fondations spéciales (paroi moulée, ancrage, etc.).

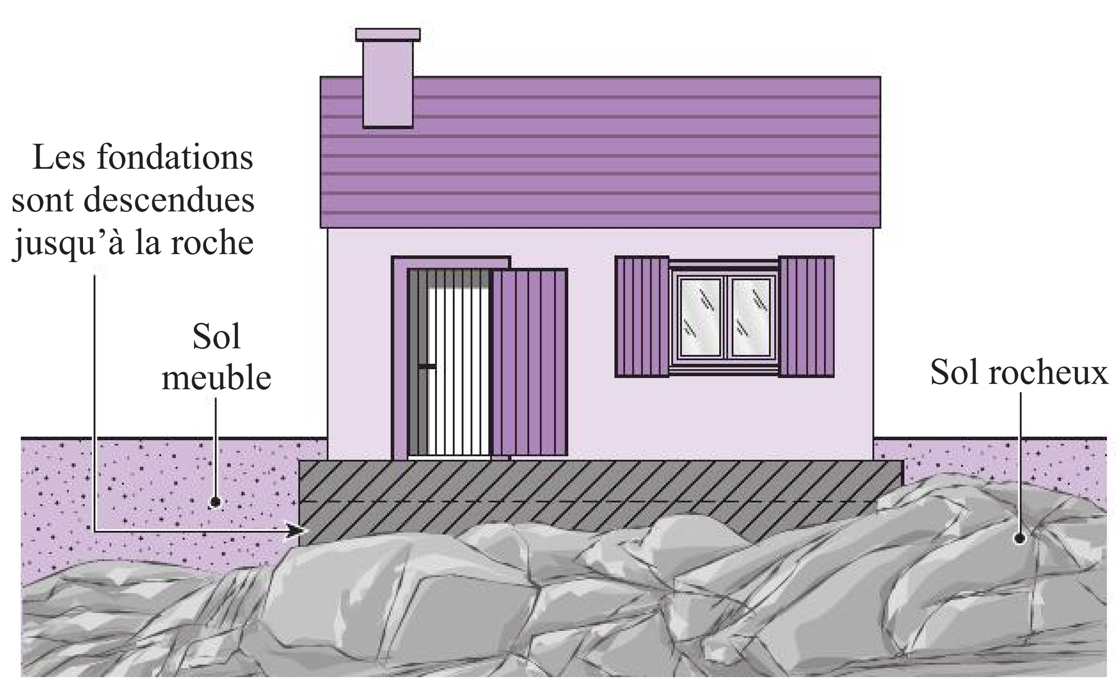




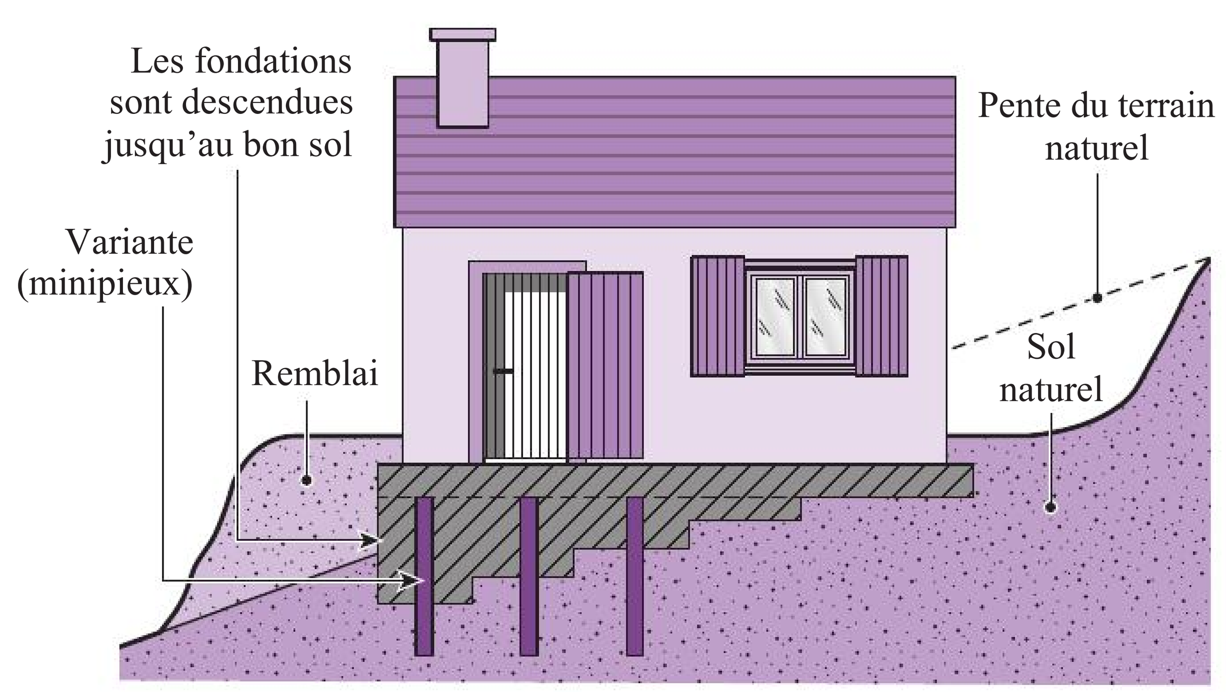
Mise en œuvre d'un radier ou d'une dalle en béton armé

Homogénéité des fondations

Le comportement des sols non homogènes et discontinus (natures de sol différentes) présente des risques pour les fondations.
À chargement égal, certains sols se tassent plus que d'autres. Les discontinuités de la nature des sols impliquent une augmentation de la profondeur des fondations.



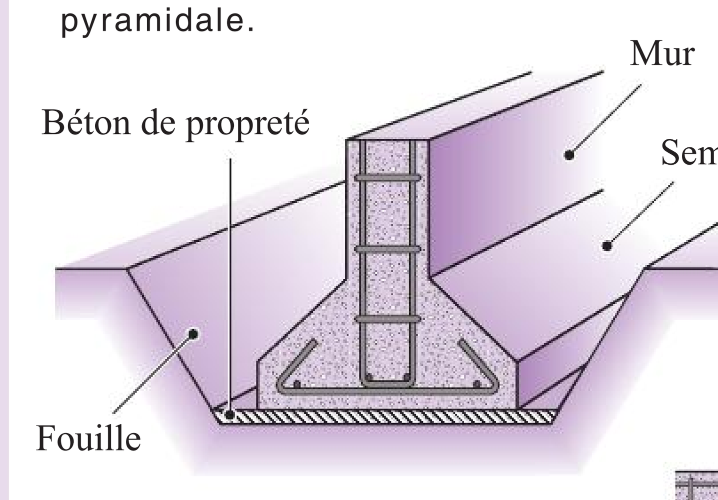
Fondation sur roches



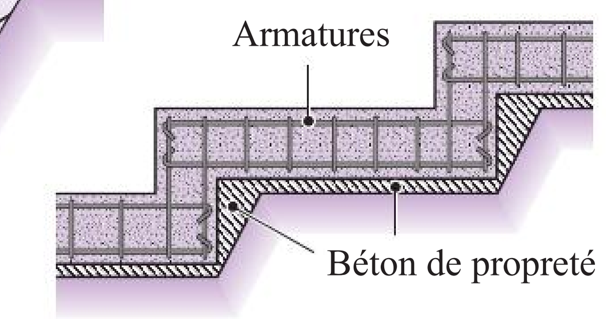
Fondation sur remblai partiel

Semelles

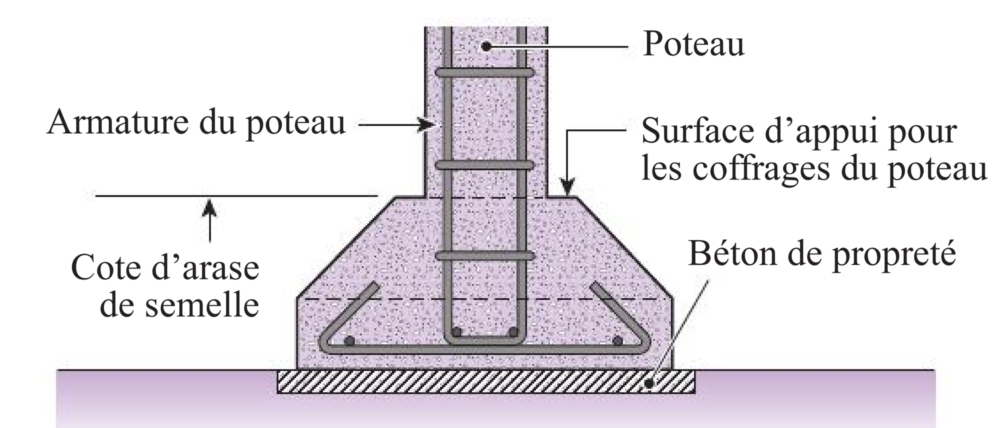
Les semelles sous murs (a) sont réalisées en béton et symétriques par rapport à l'axe du mur. Les semelles sous poteaux (b), en béton armé, ont une forme parallélépipédique ou pyramidale.



a Semelle filante sous un mur



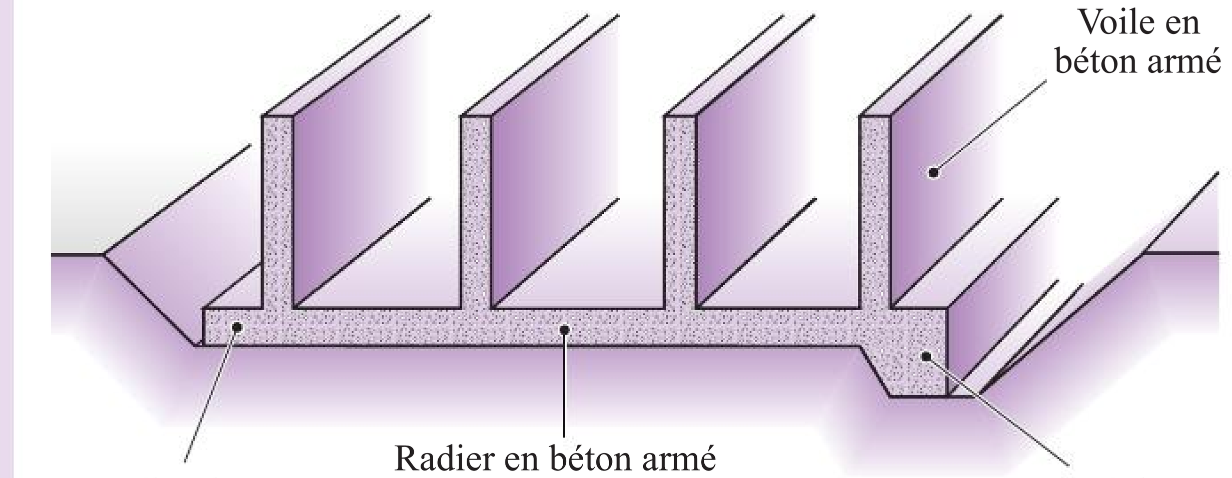
Semelle en terrain incliné



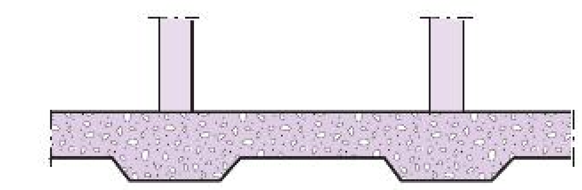
b Semelle isolée sous poteau

Radiers

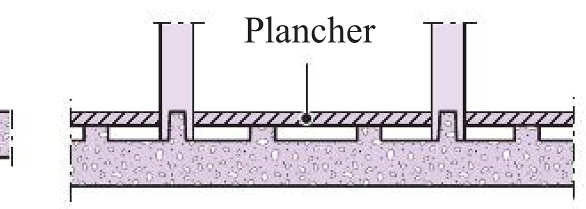
Lorsque le sol présente une faible résistance sur une profondeur importante, les semelles sont élargies de manière à former une dalle continue de béton appelée radier qui couvre l'emprise du bâtiment.



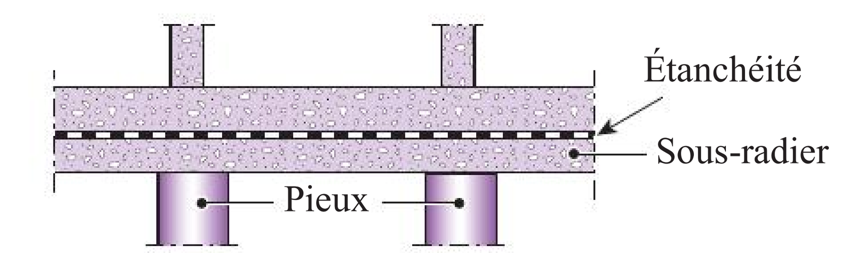
Fondations superficielles par radier



Radier champignon inversé ou à semelles approfondies



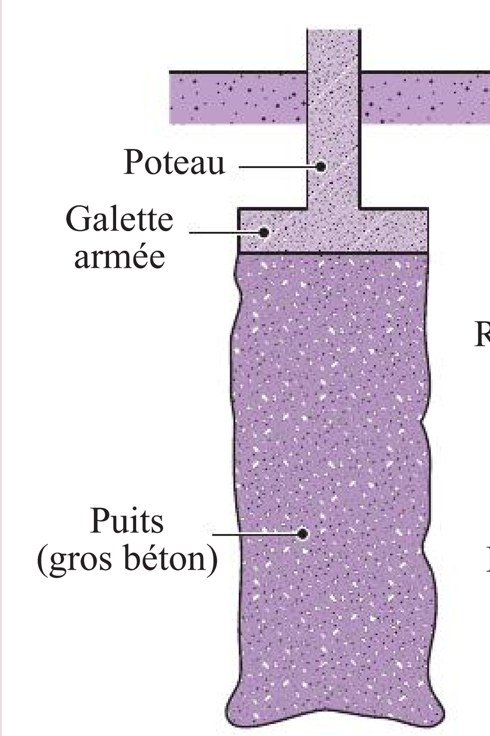
Radier nervuré avec plancher indépendant



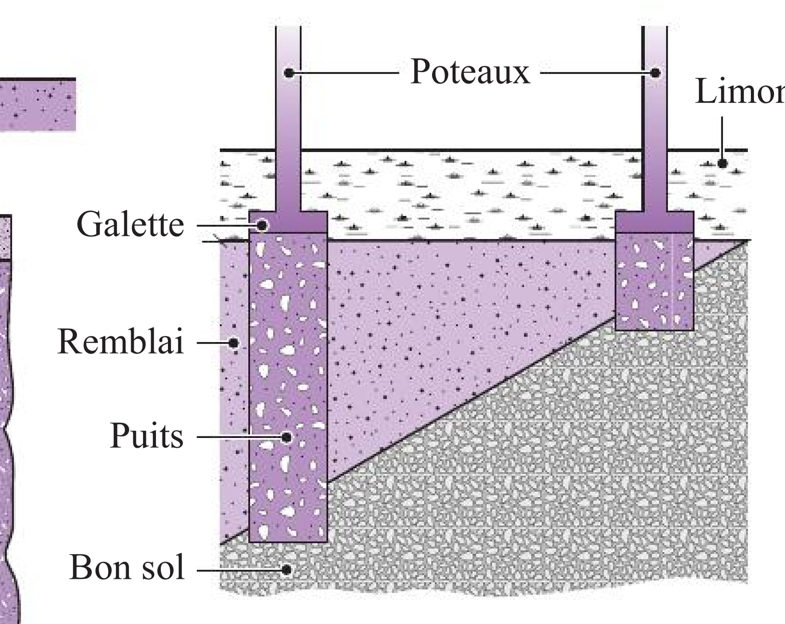
Radier sur pieux

Puits et fondations spéciales

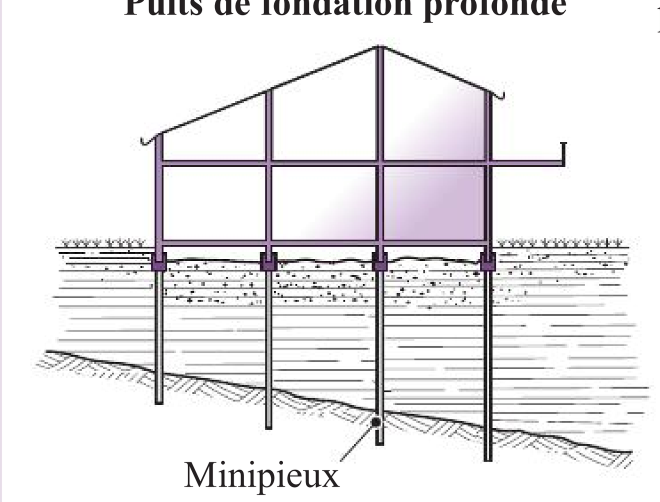
Les puits (profondeur < 10 m) sont réalisés en gros béton. En partie supérieure, une galette armée (tête de puits) transmet les charges ponctuelles au béton.



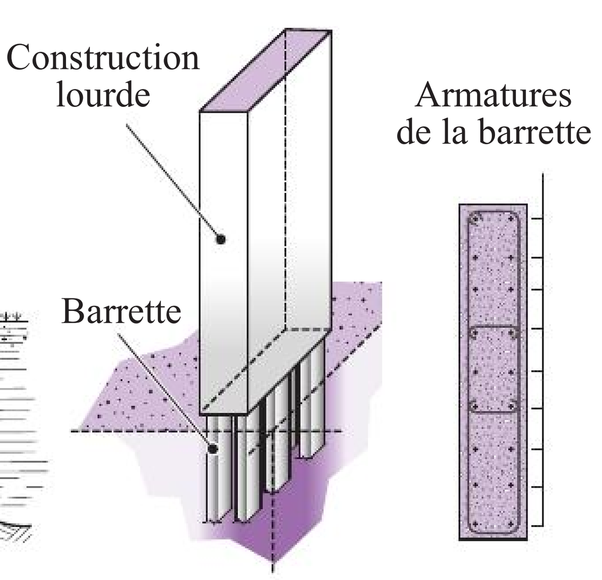
Puits de fondation profonde



Puits sur zone de remblai



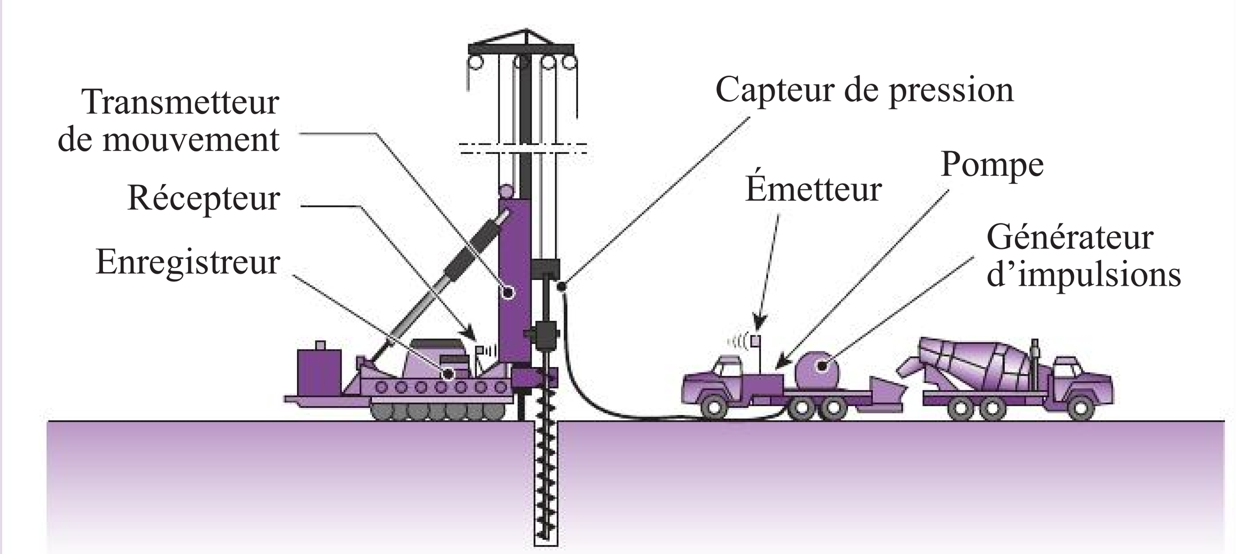
Minipieux sur zone de sol compressible



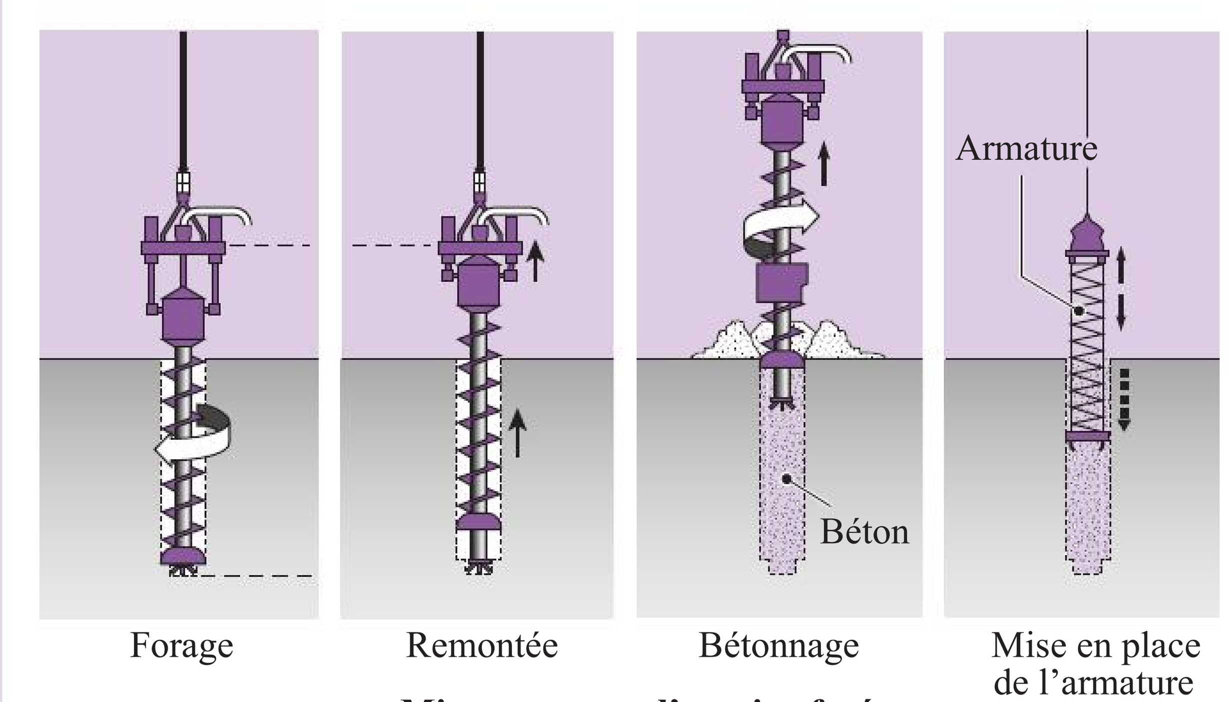
Fondation sur barrettes

Pieux

Lorsque le sol résistant se situe à des profondeurs supérieures à 10 m, sont mis en œuvre des pieux qui peuvent être battus, moulés ou forés.



Matériel de forage type Starsol®



Mise en œuvre d'un pieu foré

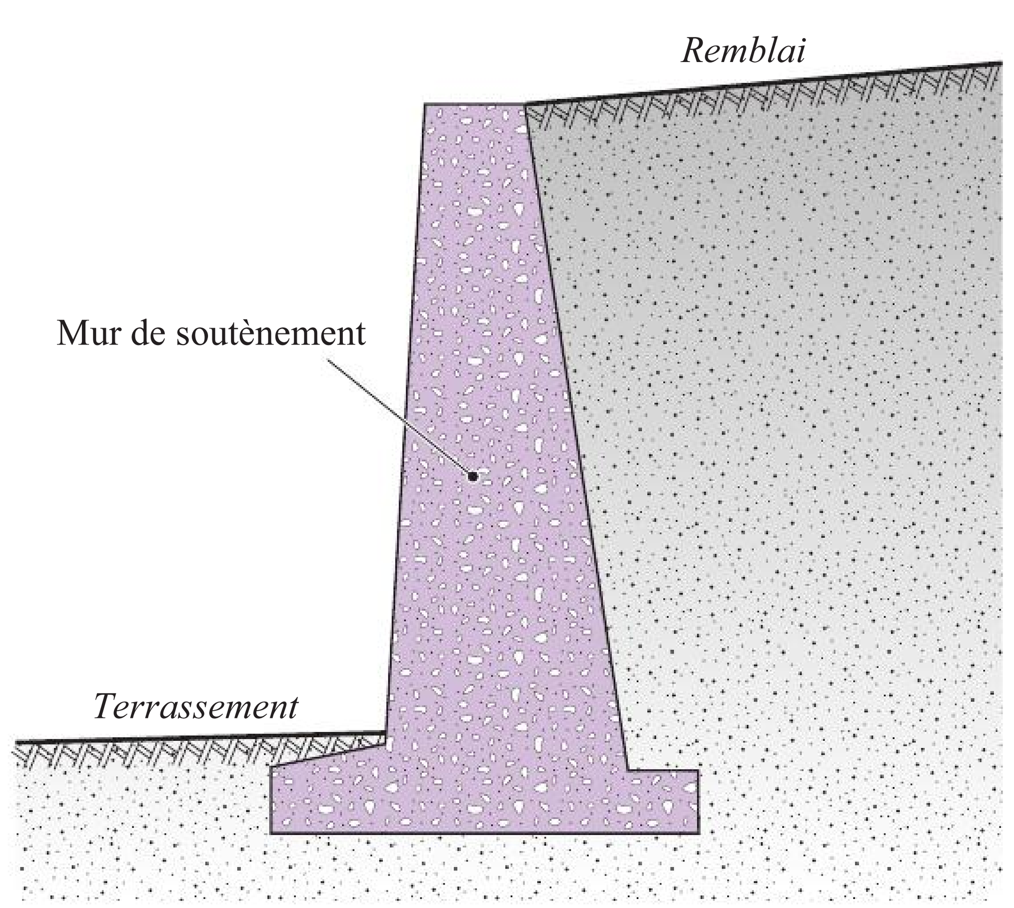
Murs de soutènement

Comment ça marche

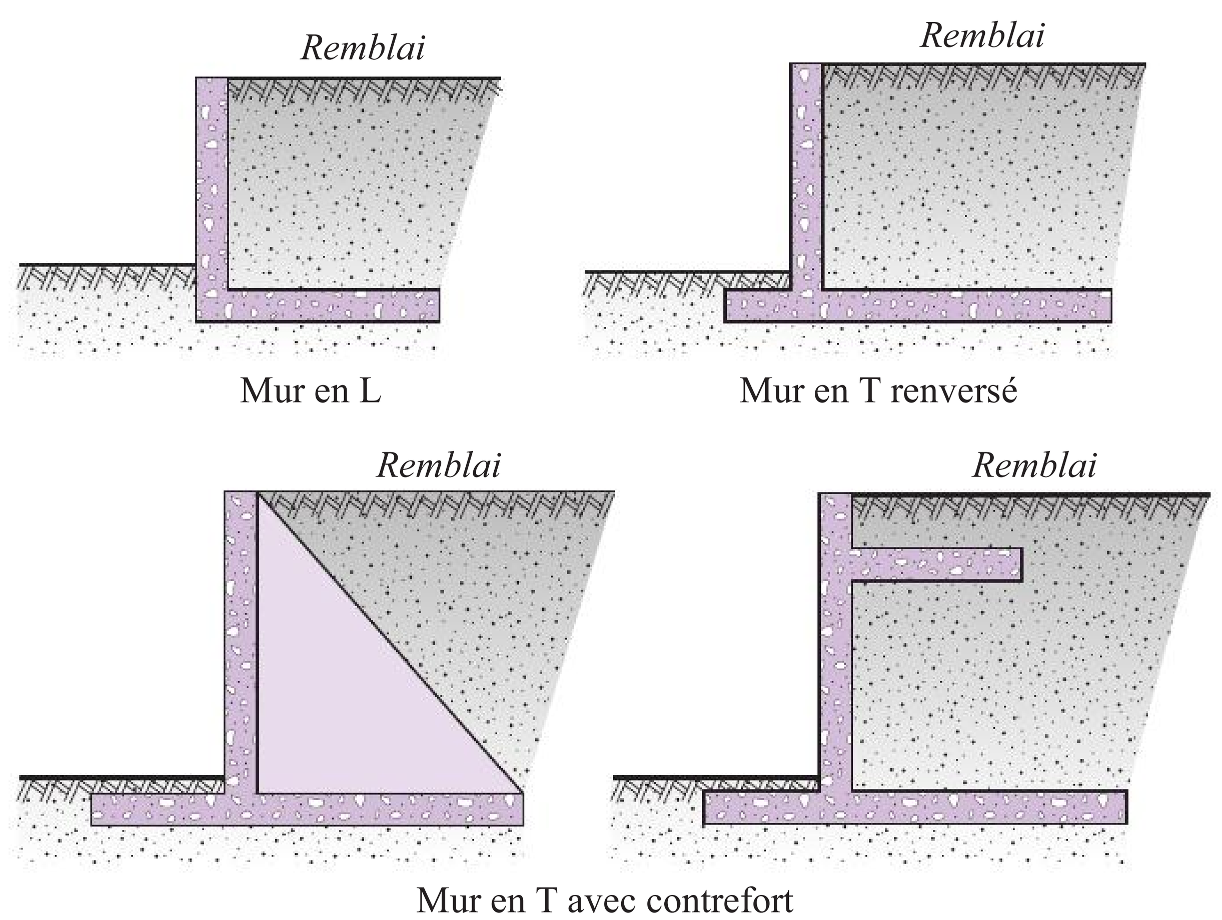
Par leur fonction de soutien et d'opposition aux poussées du terrain, les murs de soutènement sont indispensables à l'aménagement des terres lorsque le talutage n'est pas envisageable. Ils sont utilisés pour réaliser une surface horizontale sur un terrain en pente, pour aménager une rampe d'accès à un garage semi-enterré, pour limiter des propriétés en surplomb ou pour éviter que les terres ne s'éboulent. Ils doivent offrir une bonne résistance à la poussée des terres et comporter un drainage permettant d'évacuer les eaux d'infiltration.

Types d'ouvrages

Les murs de soutènement autostables sont des ouvrages indépendants dont la stabilité est assurée par leur géométrie. Après achèvement, on procède au remblaiement compacté derrière le mur. Il existe deux principaux types de murs de soutènement, qui diffèrent selon leur principe de stabilité :
- les murs-poids (a), ou murs gravitaires, dont la fonction est de s'opposer aux poussées du terrain par leur propre masse : ils sont dits autostables ;
- les murs lestés (b), ou cantilevers, utilisent le poids de la terre venant en appui sur la semelle afin de compléter leur stabilité. Ils sont généralement en béton armé, en forme de T renversé ou en L.



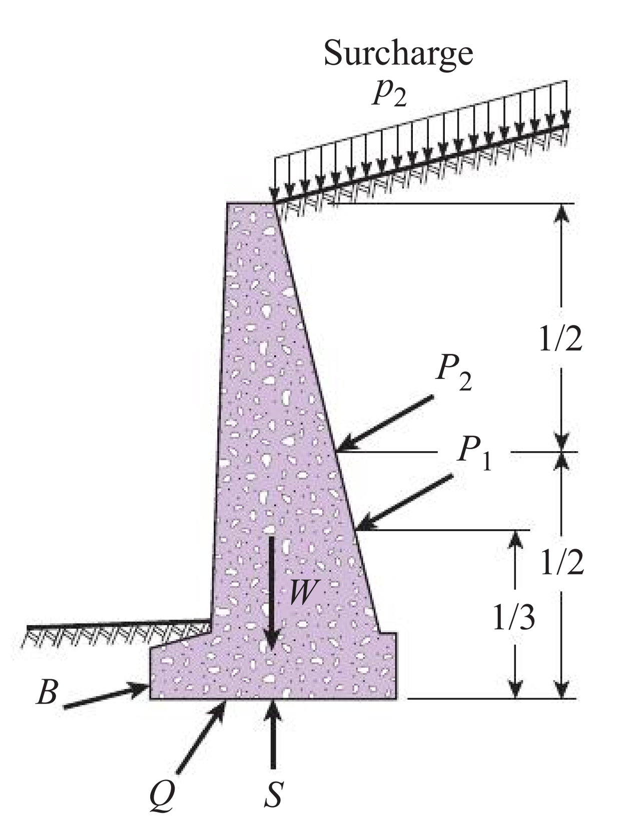
a Mur-poids



b Murs lestés

Forces agissant sur un mur

Le dimensionnement d'un mur s'effectue en déterminant son poids propre, afin qu'il s'oppose à l'ensemble des autres actions.

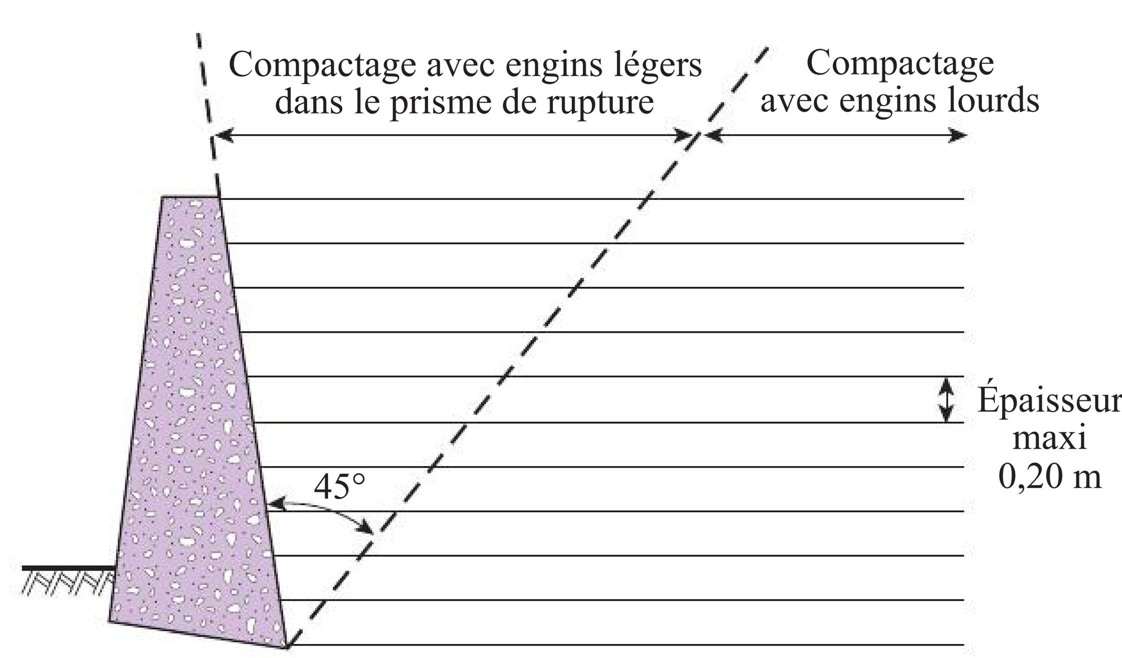


W : poids propre du mur
P_1 : résultante de la poussée des terres
P_2 : résultante de la poussée due aux surcharges
p_2 : surcharges ou charges d'exploitation sur les terres soutenues
B : résultante de la butée du terrain côté aval
Q : réaction du sol d'assise à laquelle il convient d'ajouter, le cas échéant, la sous-pression S due à la nappe phréatique

Forces agissant sur un mur-poids

Remblais

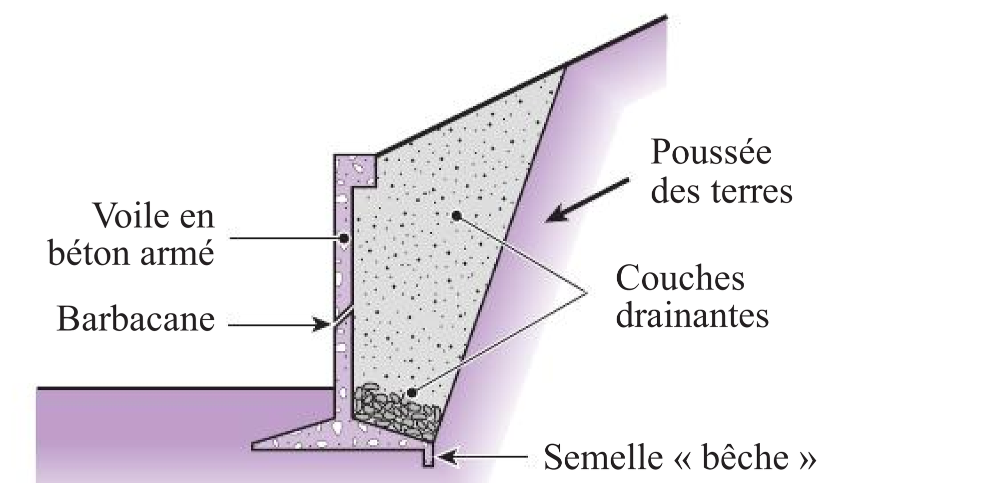
Le remblai mis en place derrière le mur peut être compacté ou non. Le compactage doit être effectué méthodiquement, par couches horizontales et au moyen d'engins à main, dans la zone comprise entre le parement du mur et un plan incliné à 45°.



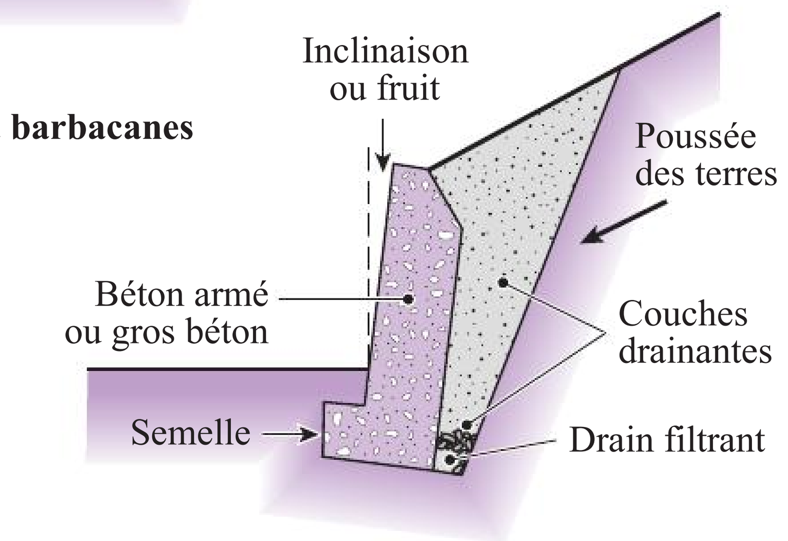
Mise en œuvre du remblai

Drainage

Le réseau de drainage doit permettre l'évacuation des eaux d'infiltration ou des eaux naturelles du sol. Pour les remblais perméables (sables et graviers contenant peu de matériaux fins), on réalise des barbacanes de 10 à 15 cm de diamètre (a) espacées horizontalement de 1,5 à 4,5 m, ou est mis en place un tuyau drainant (b) longitudinal en pied de mur, généralement entouré d'un matériau filtre ou géotextile.



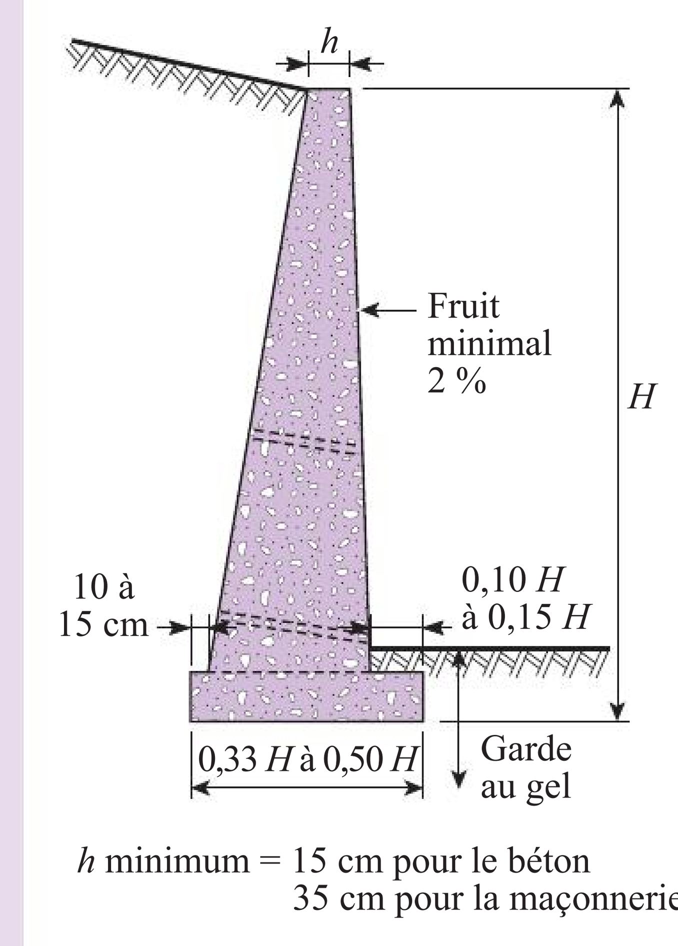
a Système à barbacanes



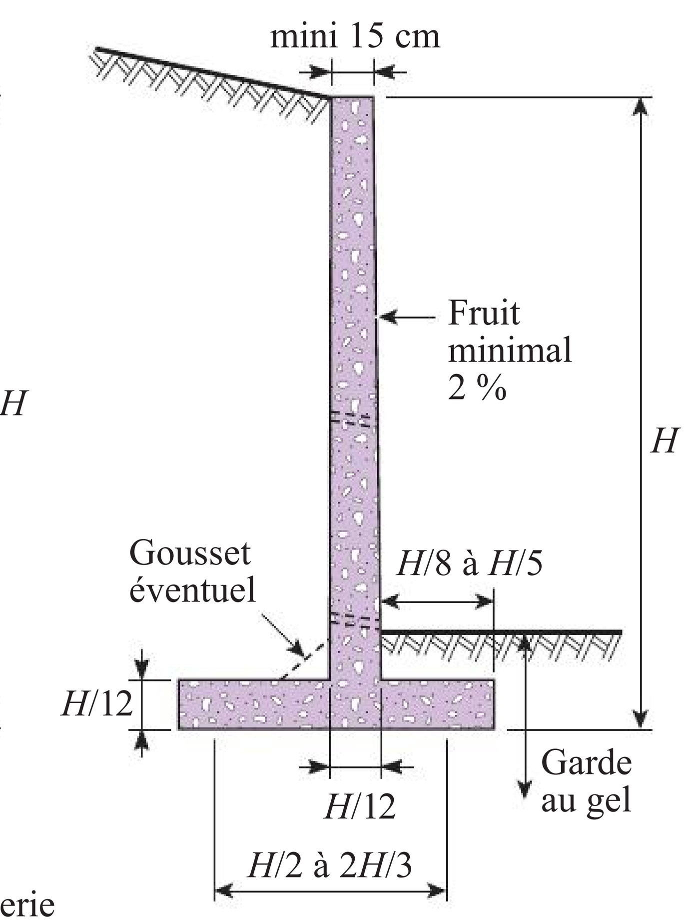
b Système à drain

Dimensionnement

Les nombreuses vérifications de stabilité effectuées ont permis d'établir des règles de dimensionnement dans les cas courants, c'est-à-dire :
- hauteur maximale du mur de 4 à 5 m ;
- pente du talus n'excédant pas 10 % ;
- terrain d'assise sensiblement horizontal et non constitué de matériaux très compressibles (argile molle, tourbe, vase) ;
- faible surcharge du talus (environ 175 daN/m^2).



Dimensionnement d'un mur-poids

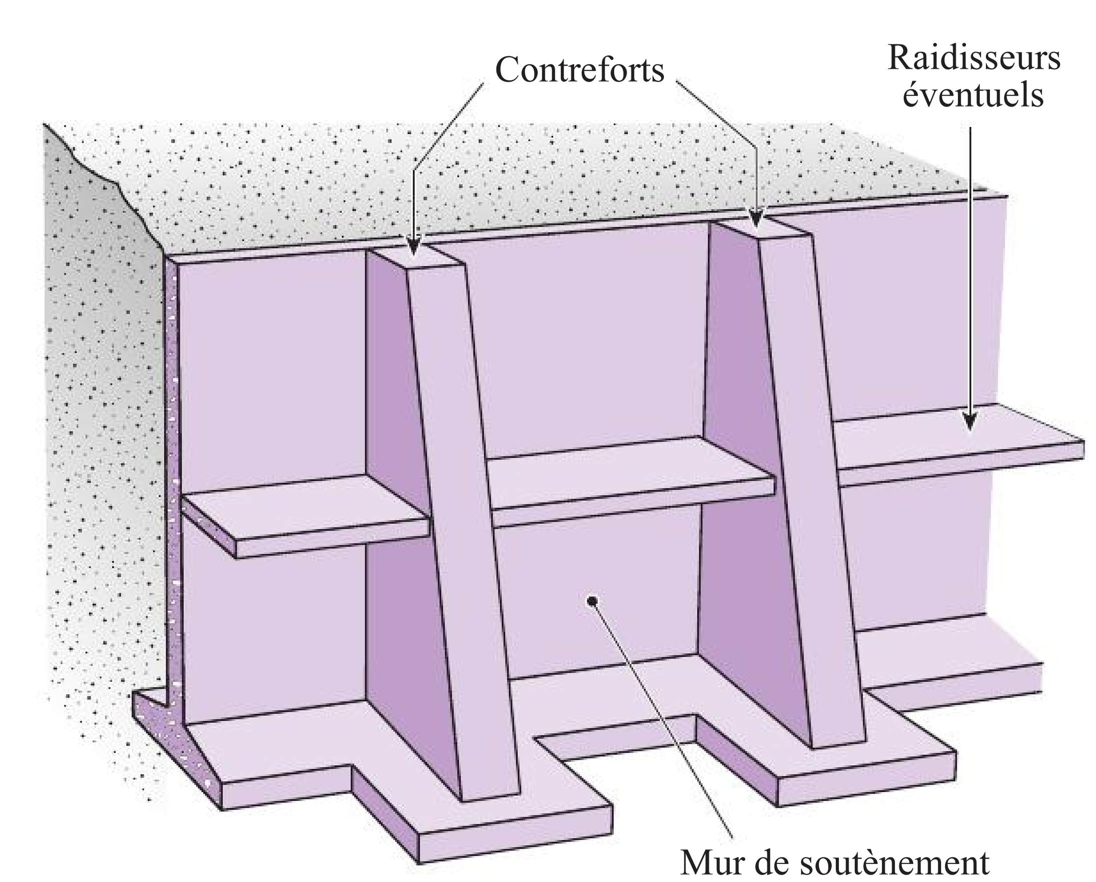


Dimensionnement d'un mur lesté

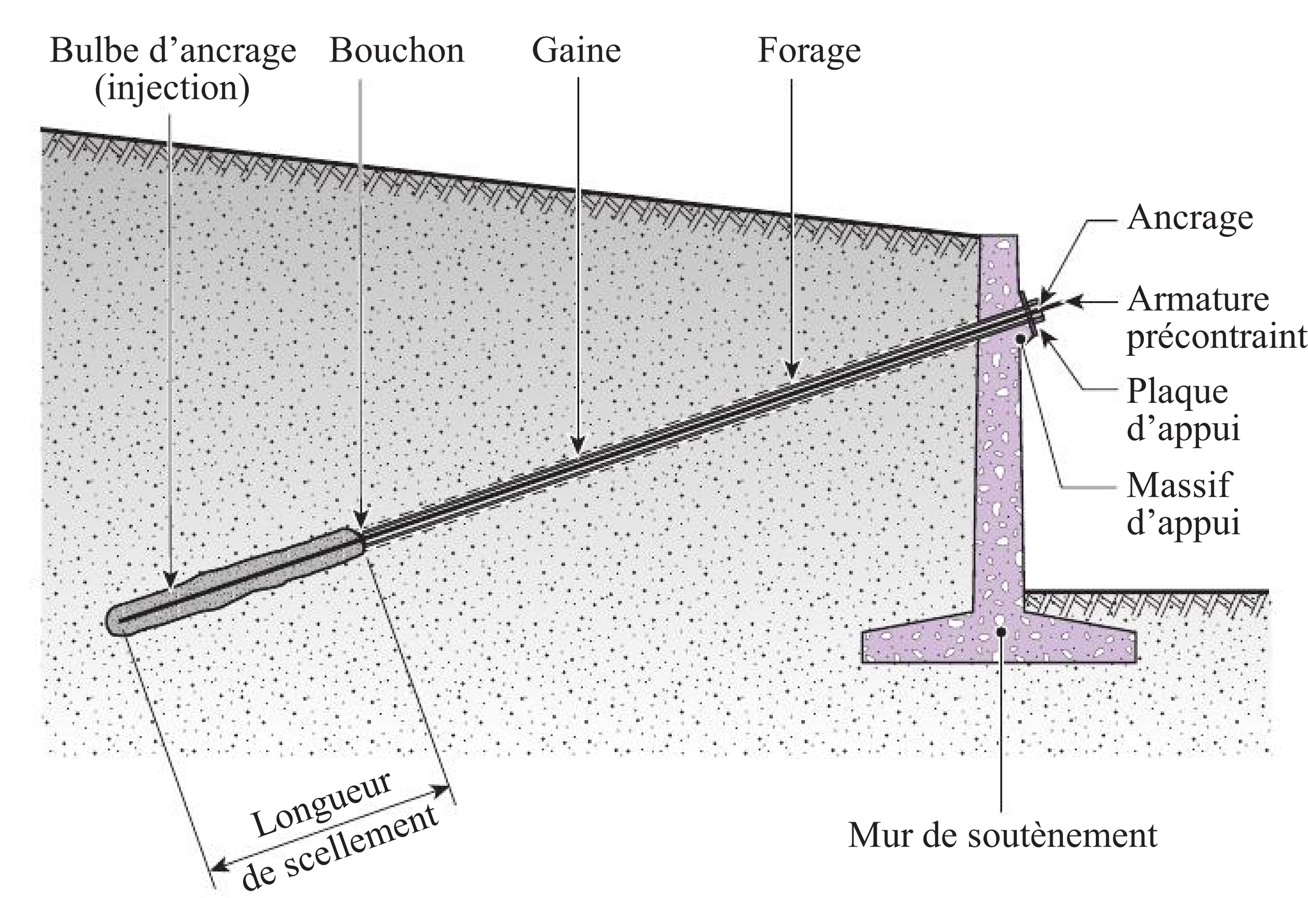
Sinistralités

Les causes de sinistres sur les murs de soutènement peuvent être réparties en cinq types :
- insuffisance des dimensions transversales pour résister à la poussée des terres (53 %) ;
- absence ou défaillance du système de drainage (30 %) ;
- travaux ultérieurs ayant compromis la stabilité du mur existant (5 %) ;
- faute commise lors du remblaiement (4 %) ;
- autres causes (8 %).

Afin d'éviter les désordres, différents types de consolidation sont possibles :



Consolidation par contreforts et raidisseurs
(pour les murs de faible hauteur)



Consolidation par tirants d'ancrage précontraints
(pour les ouvrages importants)

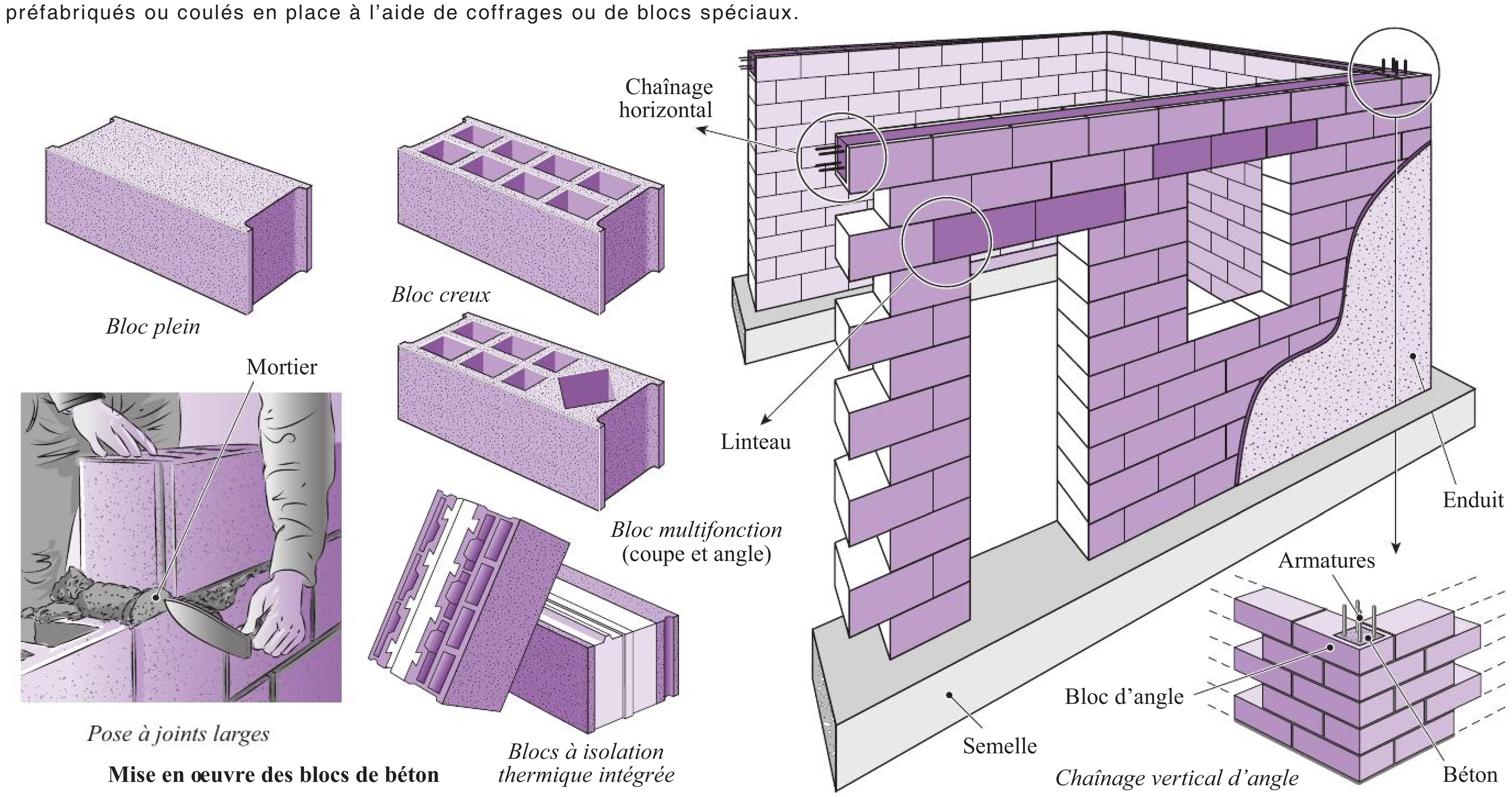
Murs maçonnés

Comment ça marche

Les murs en maçonnerie de petits éléments (blocs de béton, briques en terre cuite, pierres, etc.), unis par un liant (mortier, ciment, etc.), sont mis en œuvre pour les maisons individuelles et les constructions de petite taille à usage d'habitation ou similaire. Ils participent à la stabilité de la structure et sont généralement porteurs, mais ils peuvent également être simplement des cloisons de distribution ou participer au doublage des murs de façade.

Éléments des murs maçonnés

La pose des éléments s'effectue sur mortier frais, à joints verticaux croisés, le décalage en partie courante étant compris entre le tiers et la moitié de la longueur d'un élément. À chaque niveau de plancher et en couronnement, des chaînages horizontaux assurent le ceinturement des murs et la jonction avec les planchers. Les poteaux et chaînages verticaux garantissent la continuité des chaînages horizontaux dans le ceinturement des pans de maçonnerie. Les linteaux forment la partie haute des ouvertures recevant les menuiseries ; ils sont préfabriqués ou coulés en place à l'aide de coffrages ou de blocs spéciaux.

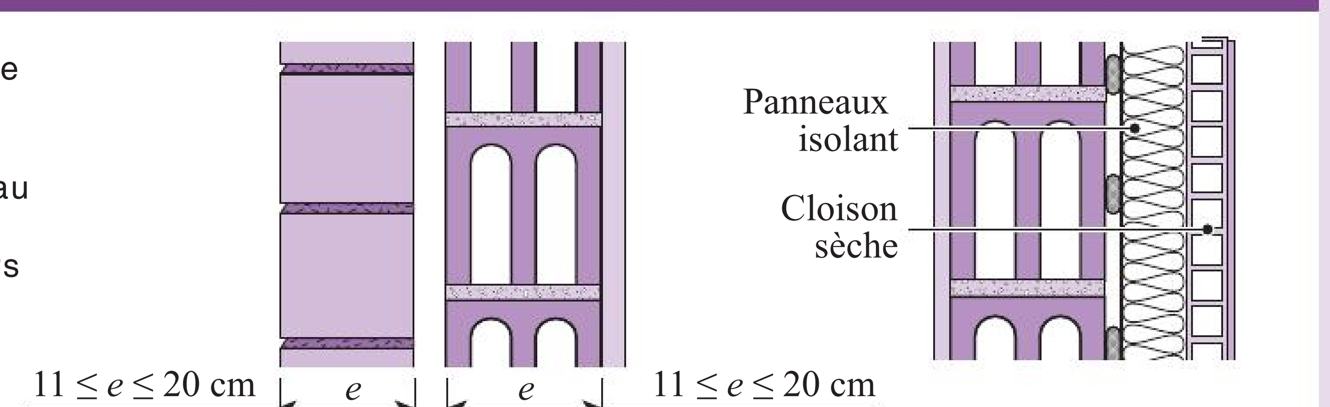


Types de murs

Les murs maçonnés comportent une ou deux parois, qui peuvent être enduites. Sont distingués :

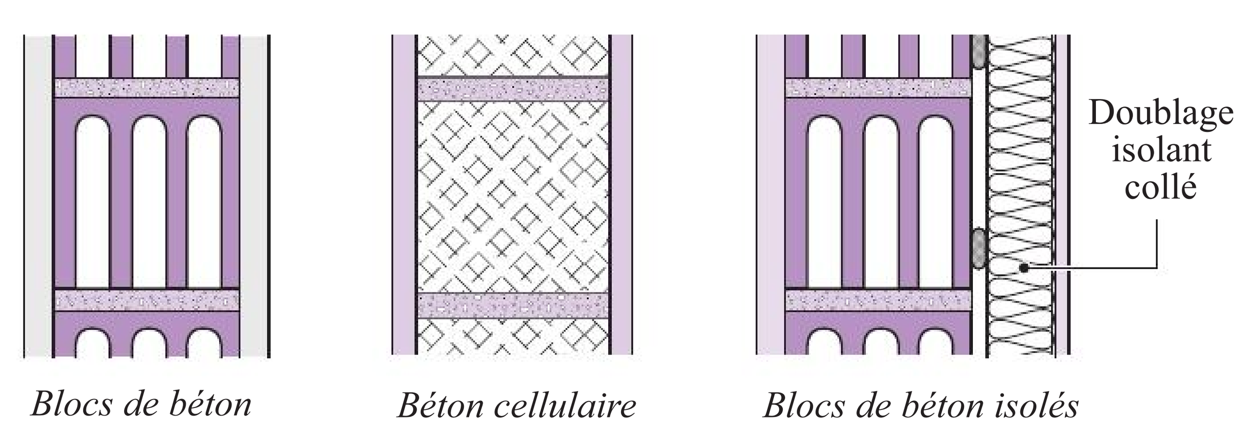
• les murs à une paroi qui comprennent :
- les murs simples (a) dont l'épaisseur est constituée par un matériau principal (béton, pierre, brique, etc.),
- les murs composites (b) dont l'épaisseur est constituée par plusieurs matériaux solidarisés par du mortier, de la colle, etc. ;

• les murs à deux parois distinctes qui comprennent :
- les murs doubles (c) avec deux parois distinctes d'épaisseur sensiblement égale,
- les murs avec cloisons de doublage (d) d'épaisseur inégale.

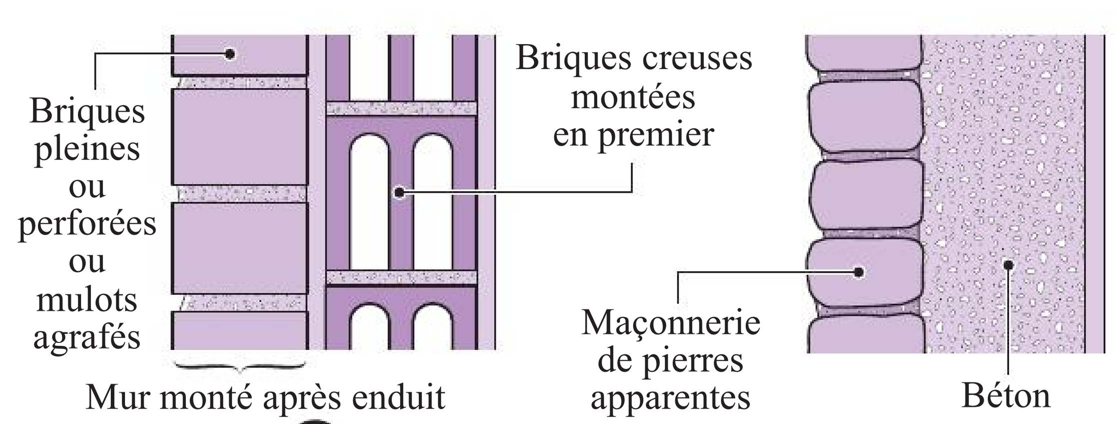


c Mur double

d Mur avec cloison de doublage



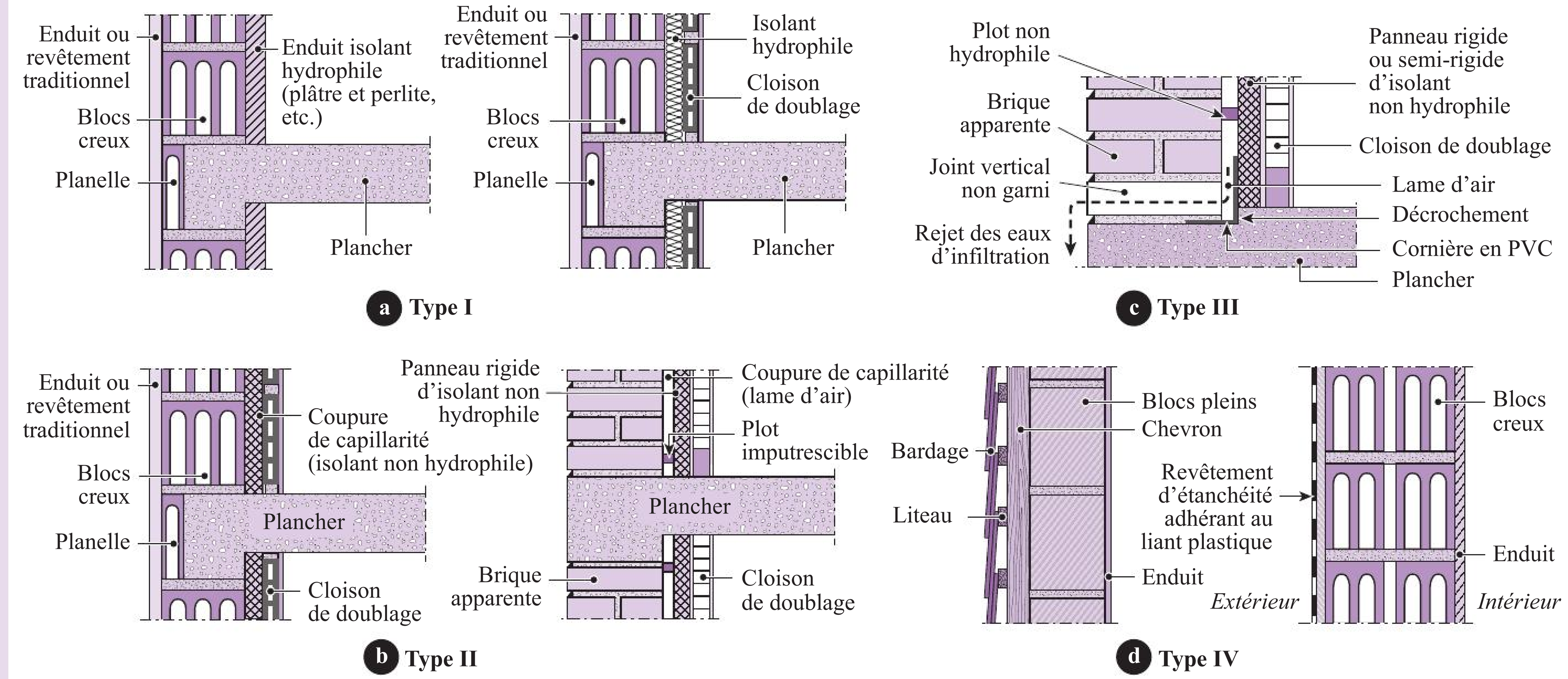
a Murs simples à une seule paroi



b Murs composites à une seule paroi

Organisation des murs

Les murs sont classés en quatre types en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie battante (action combinée de la pluie et du vent) :
- type I (a) : sans dispositif s'opposant au cheminement de l'eau au travers du mur (revêtement étanche, coupure de capillarité) ;
- type II (b) : sans étanchéité extérieure, avec une coupure de capillarité stoppant les infiltrations accidentelles ;
- type III (c) : avec une lame d'air comportant à sa base un dispositif de collecte et de rejet des eaux d'infiltration éventuelles ;
- type IV (d) : contrairement aux précédents, avec un parement extérieur (enduit étanche, vêture) assurant une étanchéité à la pluie.

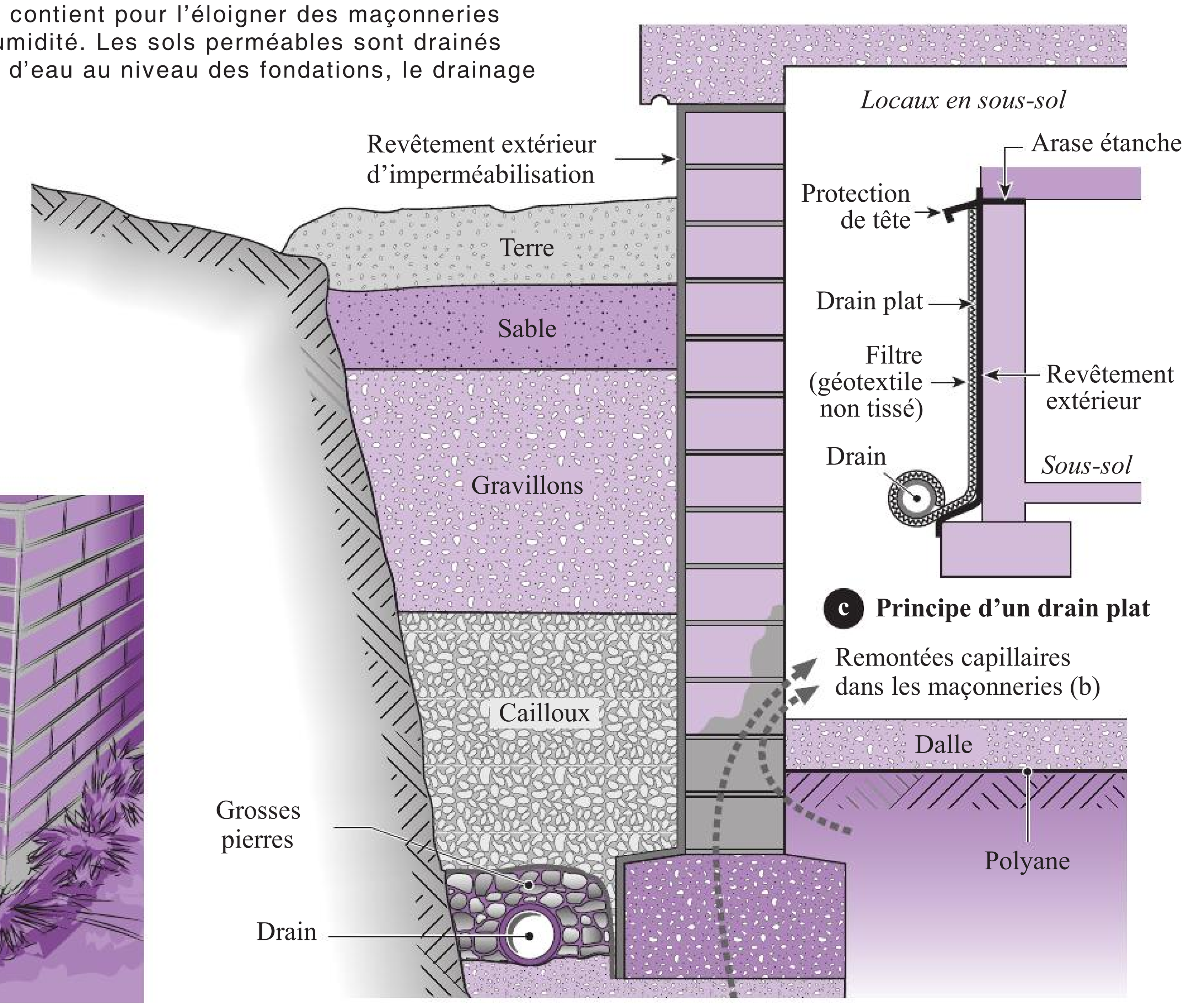


Drainage des murs de soubassement

Le sol doit être asséché en drainant l'eau qu'il contient pour l'éloigner des maçonneries enterrées (a) et éviter les désordres liés à l'humidité. Les sols perméables sont drainés naturellement mais s'ils renferment une nappe d'eau au niveau des fondations, le drainage ne suffit pas et il faut alors envisager une technique lourde telle le cuvelage. On distingue :
- la tranchée drainante (b), creusée contre ou à faible distance de la paroi extérieure des murs enterrés. L'eau est collectée en fond de tranchée par un tuyau qui l'achemine gravitairement vers un exutoire ;
- le drain plat (c), composé soit de dalles alvéolées, soit de matériaux composites formés d'une toile filtrante associée à une nappe drainante, et directement appliquées sur le mur enterré.



a Murs de soubassement d'un garage



c Principe d'un drain plat

b Principe d'une tranchée drainante

Murs en briques

Comment ça marche

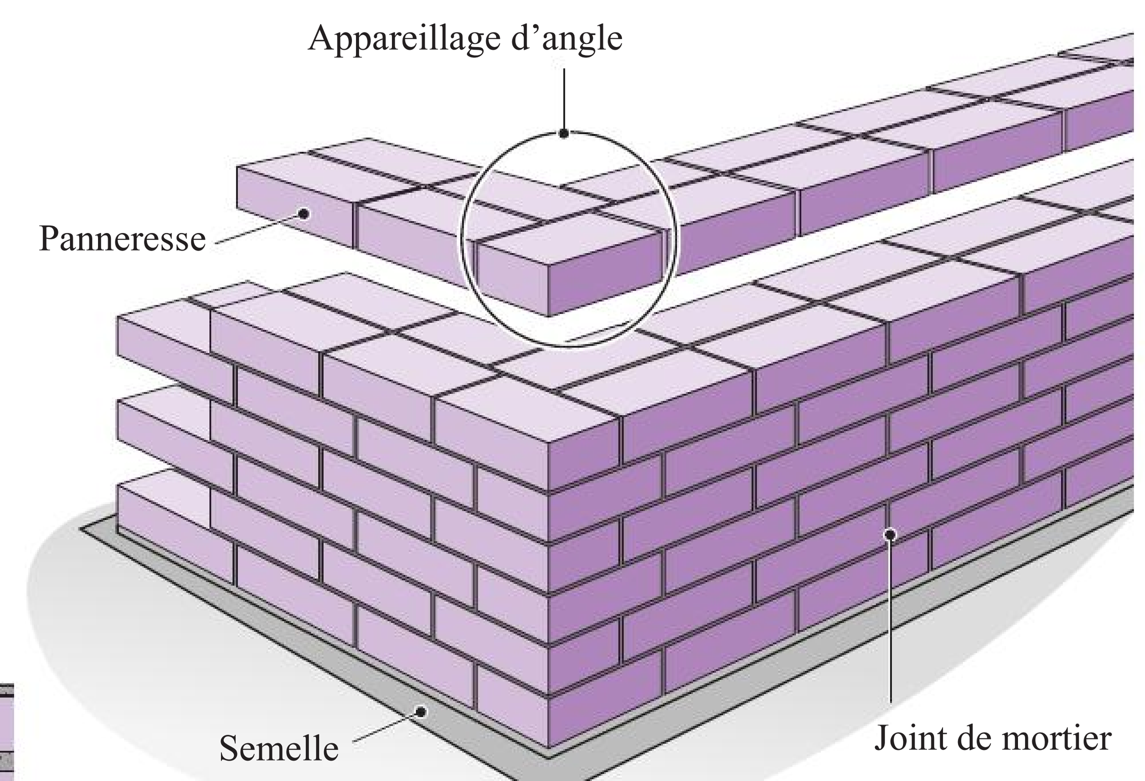
La brique de terre cuite est utilisée dans la construction, en particulier dans les régions du nord de la France. Ses qualités esthétiques et techniques en font un matériau largement répandu. Pleine ou creuse, réfractaire ou non, elle offre une grande variété de formes, de modules et de couleurs. Les briques courantes sont utilisées pour la maçonnerie des murs ; les plâtrières sont destinées aux cloisons intérieures à plâtrer. Les briques de parement, posées en façade, confèrent au mur un effet architectural.

Briques pleines ou perforées

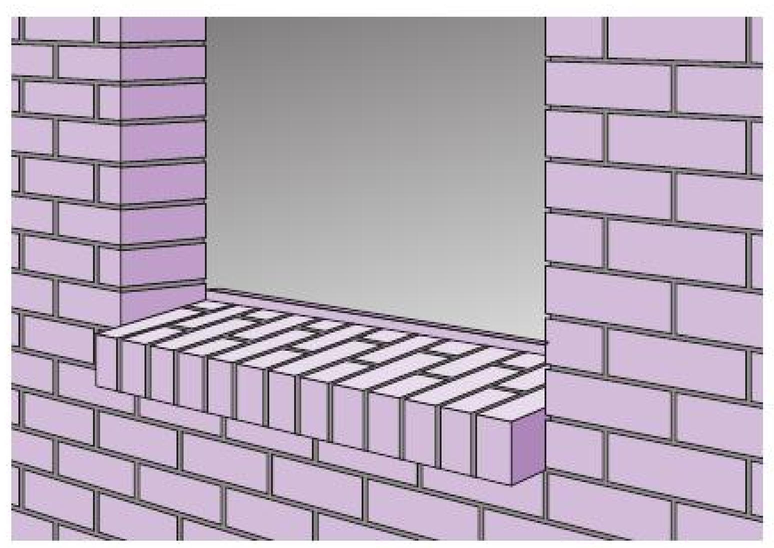
Les murs en briques les plus classiques (a) sont montés avec des briques pleines d'un module de 6 × 11 × 22 cm. Réalisés par lits avec interposition de joints réguliers en mortier, ils sont appareillés (b) :
- en boutisses : briques posées perpendiculairement au plan du mur. La longueur de la boutisse correspond généralement à l'épaisseur du mur soit 22 cm ;
- en panneresses : briques posées parallèlement au plan du mur et appareillées de façon alternée avec les boutisses.

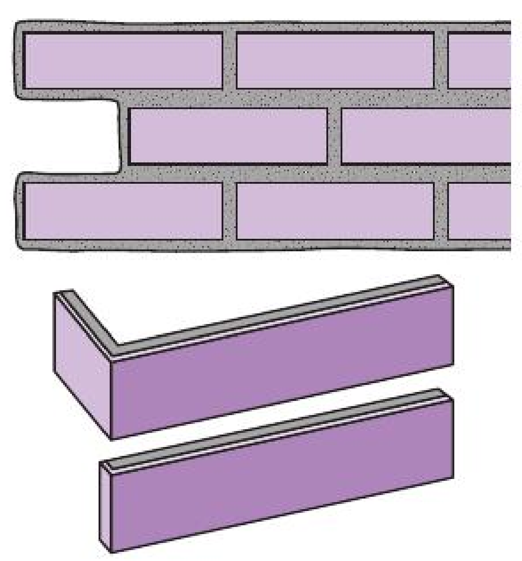
Les angles, abouts et jonctions sont traités par des appareillages adaptés à ceux des parties courantes.

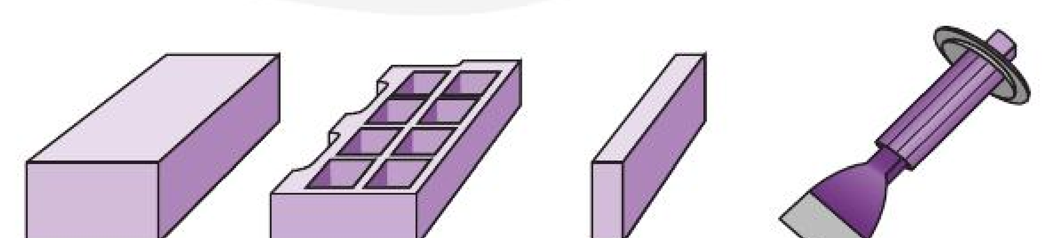
Les murs en briques ont une fonction de :
- mur porteur (c), les briques pouvant être apparentes ou enduites ;
- mur double (d) comportant deux parois maçonnées distinctes séparées par une lame d'air, la paroi constituée du matériau le moins déformable et, le plus souvent située côté intérieur, étant considérée comme porteuse ;
- mur de parement (e), solidarisé au mur porteur au moyen d'attaches de liaison en métal non corrodable.



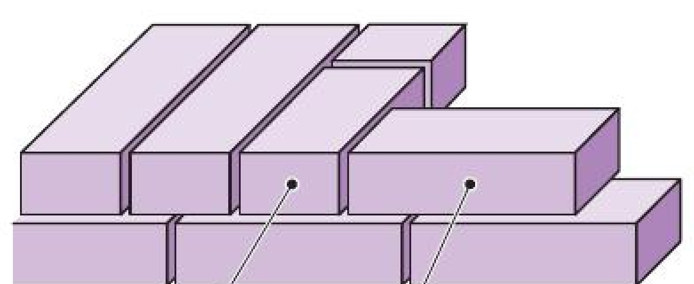
Mur en appareil régulier


Mur et appui en briques pleines

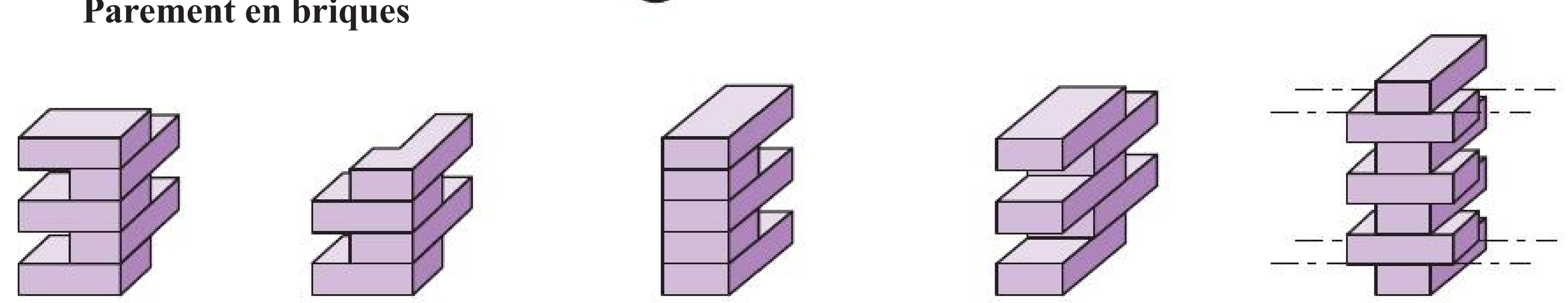

Parement en briques



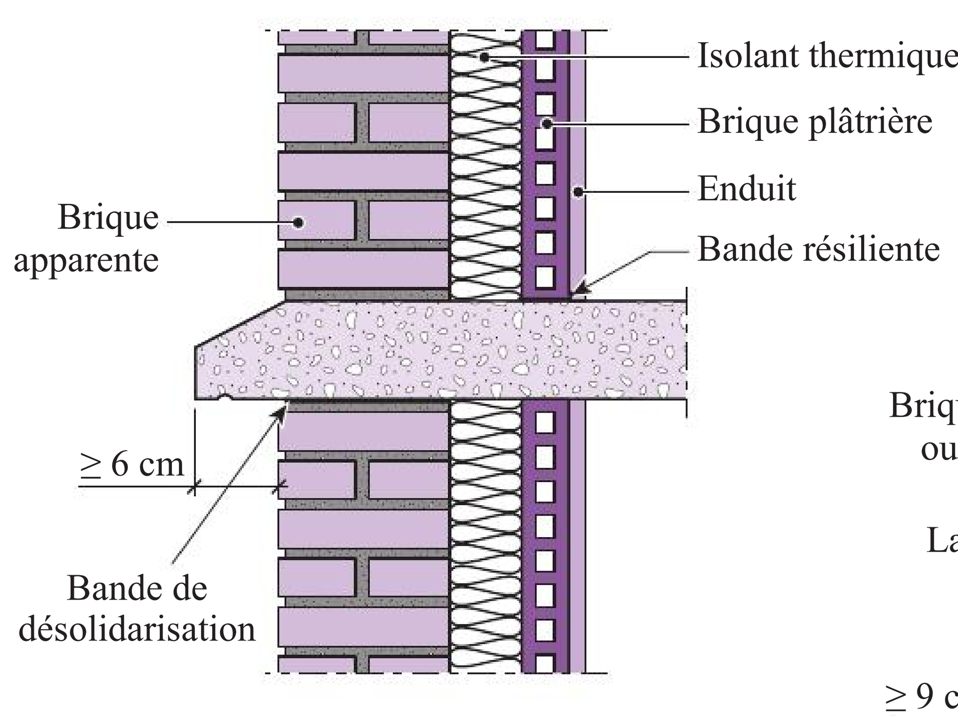
a Éléments d'un mur en briques pleines ou perforées



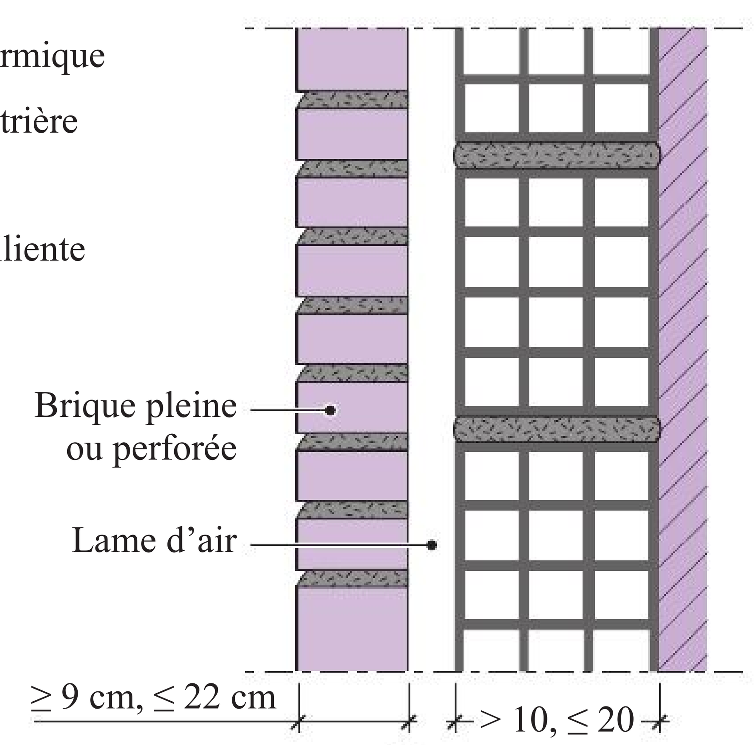
Emplacement des briques dans le mur



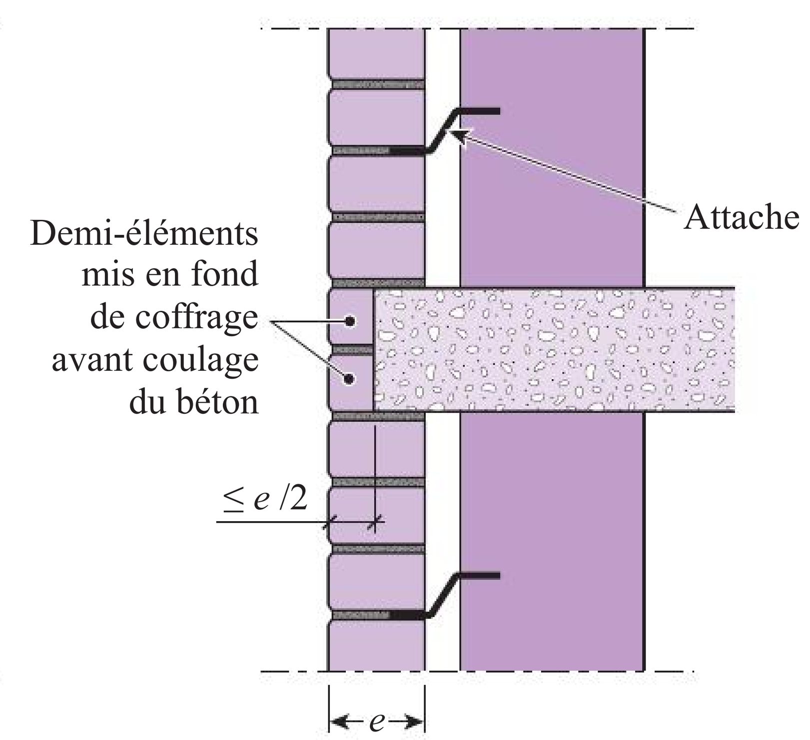
b Appareillage de murs en briques pleines



c Mur simple avec doublage



d Mur double

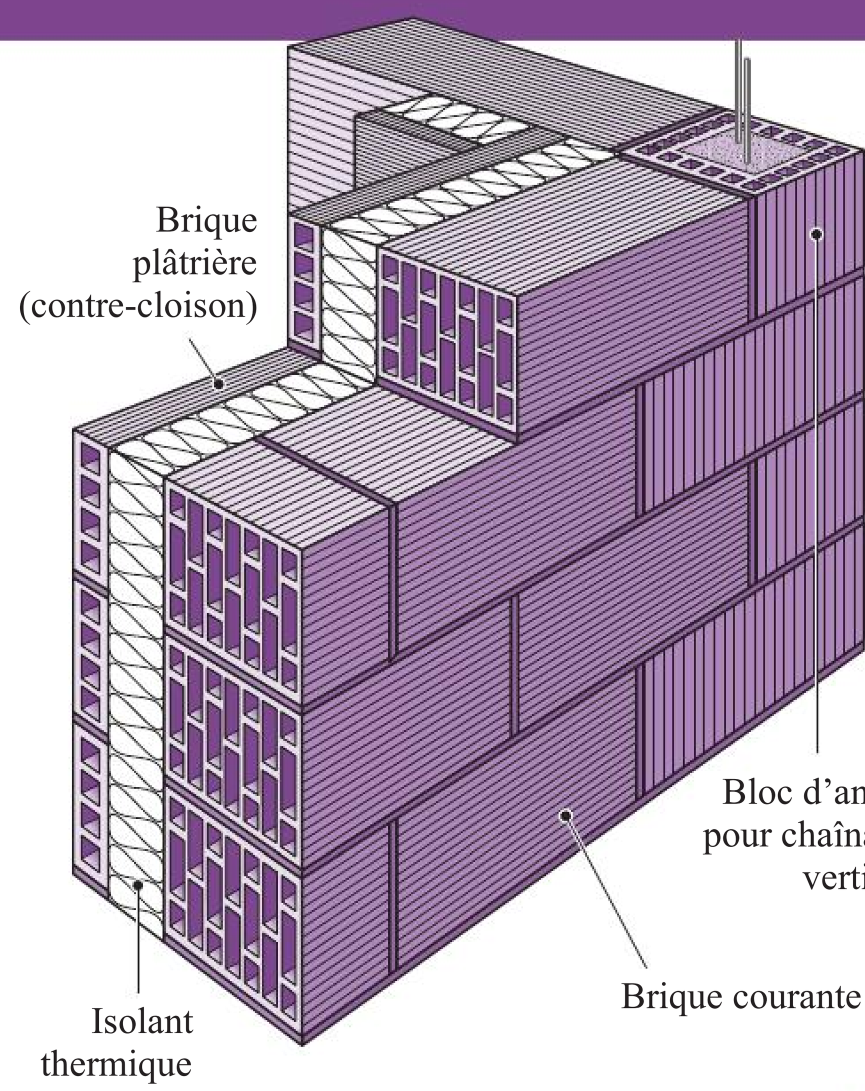


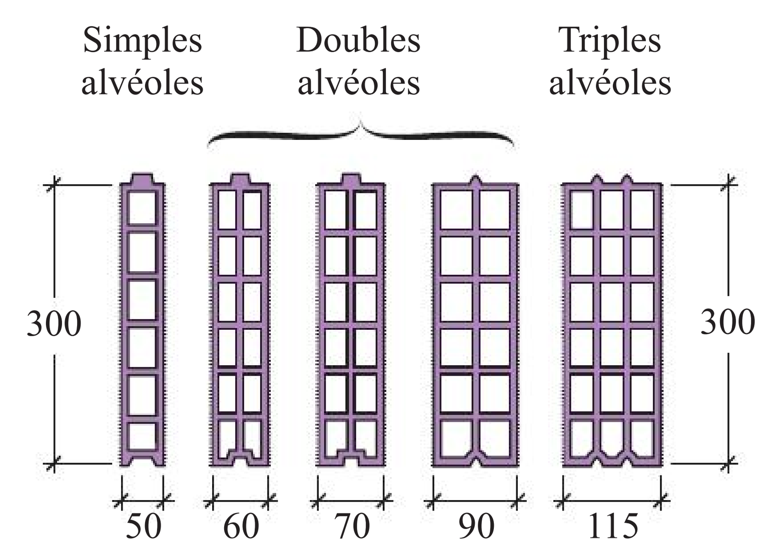
e Mur de parement avec attaches

Briques creuses à perforations horizontales ou verticales

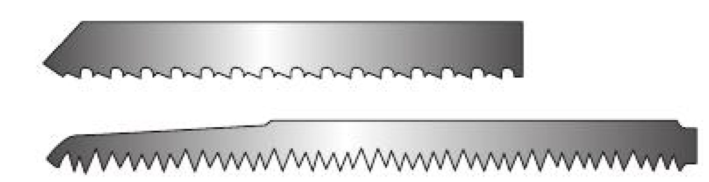
L'utilisation des briques creuses (a) dépend de leur épaisseur :
- les briques creuses d'une épaisseur de 20 cm reçoivent un doublage isolant ;
- les briques creuses d'une épaisseur supérieure à 20 cm, le plus souvent à perforations verticales et montées à joints minces, permettent de s'affranchir d'un isolant rapporté ; elles sont associées à des éléments spéciaux (planelles, etc.) qui permettent de traiter les ponts thermiques ;
- les briques à rupture de joint comportent une rainure faisant office de vide d'air isolant et leur montage implique une mise en œuvre soignée du mortier.

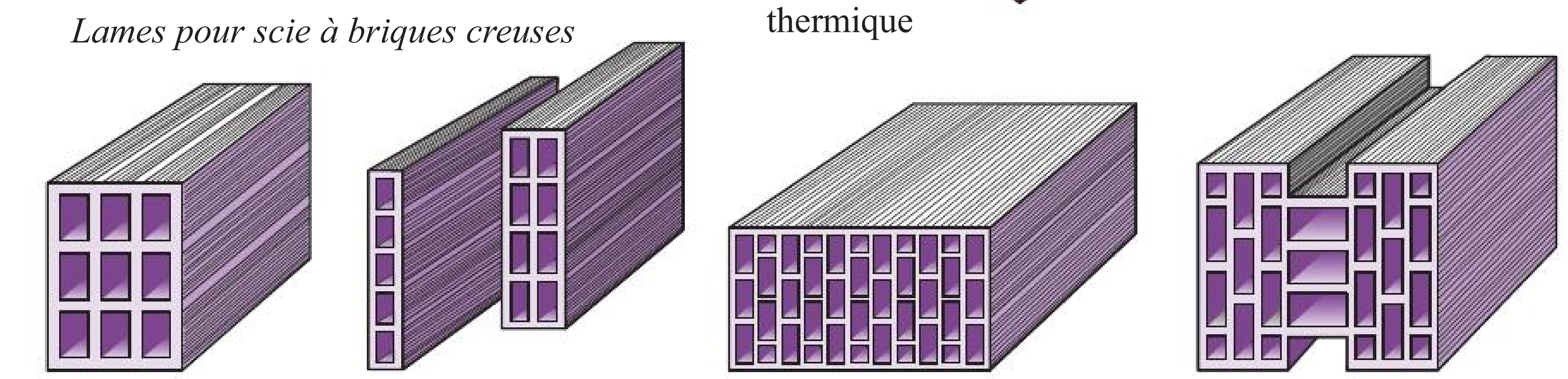
Les points singuliers et les chaînages sont réalisés au moyen de blocs spéciaux (b).
La pose de planelles en about de plancher (c) permet d'unifier le matériau de façade et d'améliorer l'accroche de l'enduit. Le traitement des pieds de mur (d) doit rendre possible le rejet des eaux d'infiltration.
L'inertie importante du système monomur (e) permet, sans isolant complémentaire, de préserver l'intérieur du bâtiment des variations de température, réduisant l'utilisation d'un système de chauffage en hiver et de rafraîchissement en été. Les blocs de terre cuite monomur ont une épaisseur de 20 à 50 cm. Grâce à une technique de pose spécifique dite à joint mince, la mise en œuvre est rapide, limite les ponts thermiques et fait gagner du temps sur l'ensemble du chantier. La finition comporte deux étapes simples : un plâtre de parement à l'intérieur et un crépi à l'extérieur.



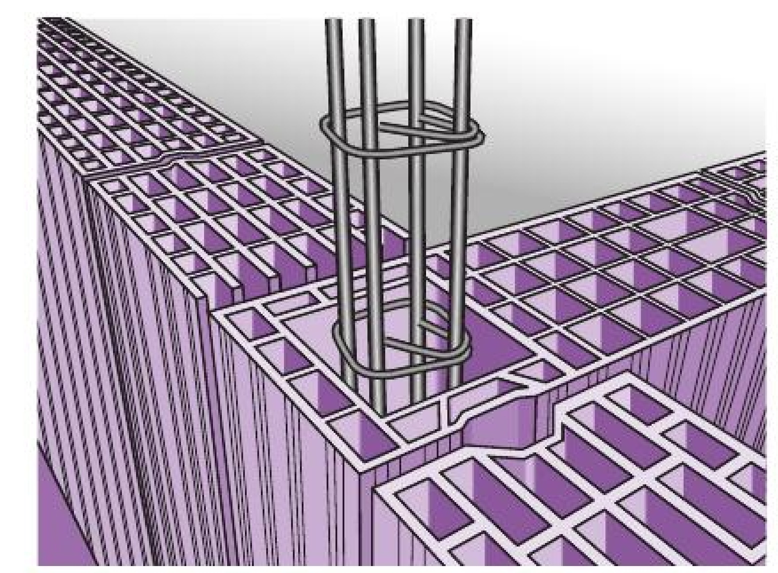


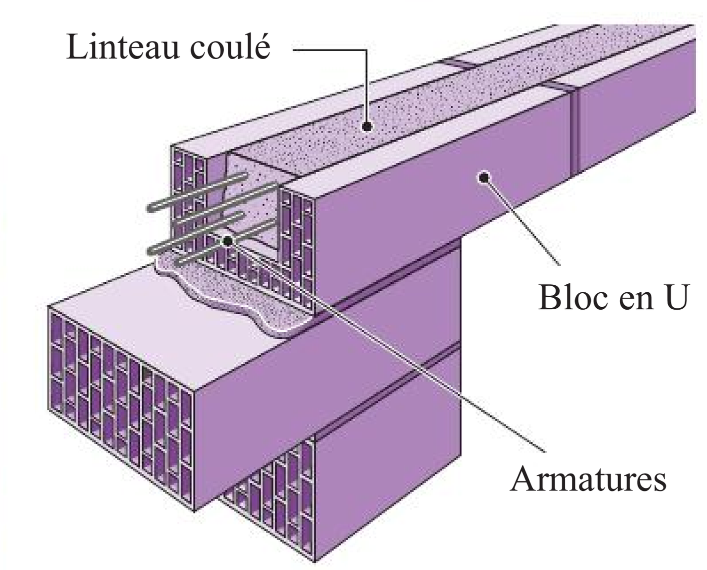
Exemples d'épaisseurs de briques pour cloisons


Lames pour scie à briques creuses

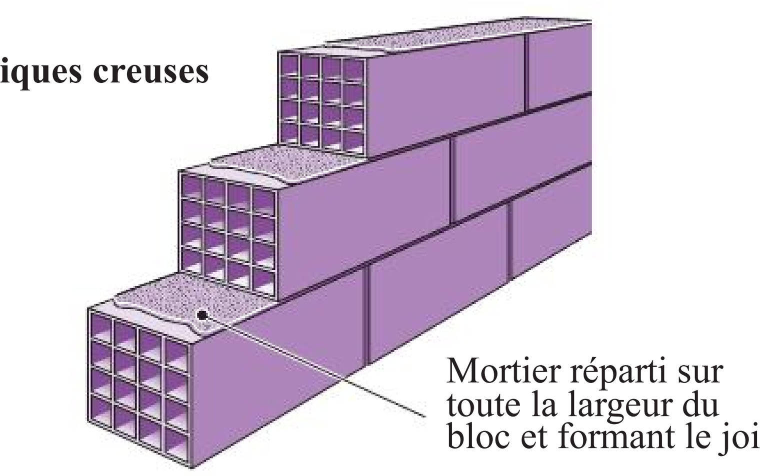


a Éléments d'un mur en briques creuses

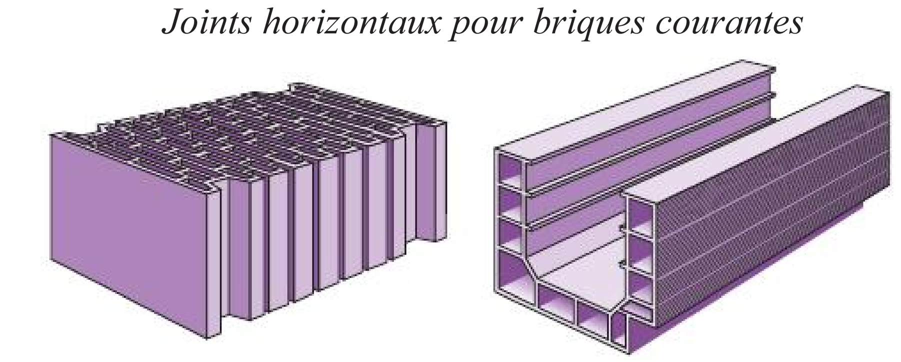

Bloc spécial pour chaînage vertical



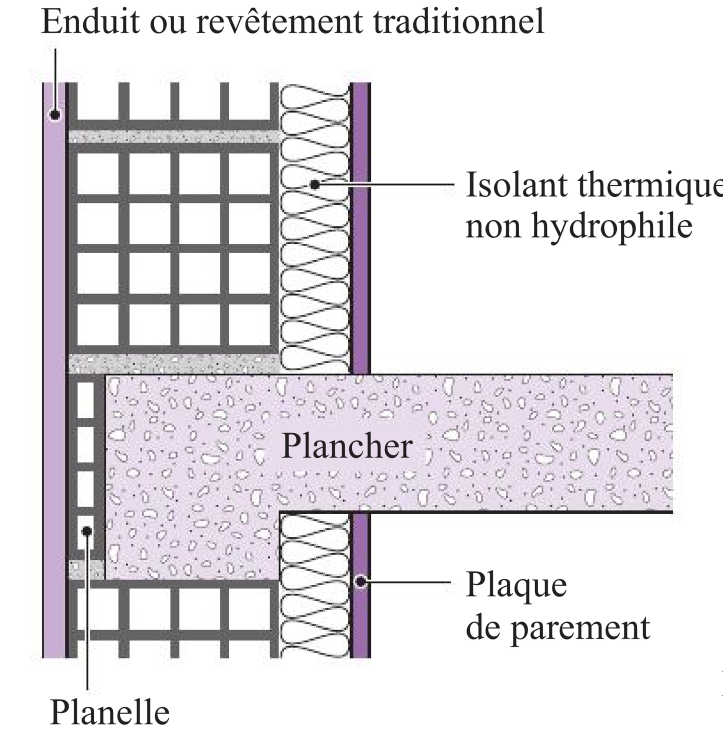
Linteau coffré par bloc en U



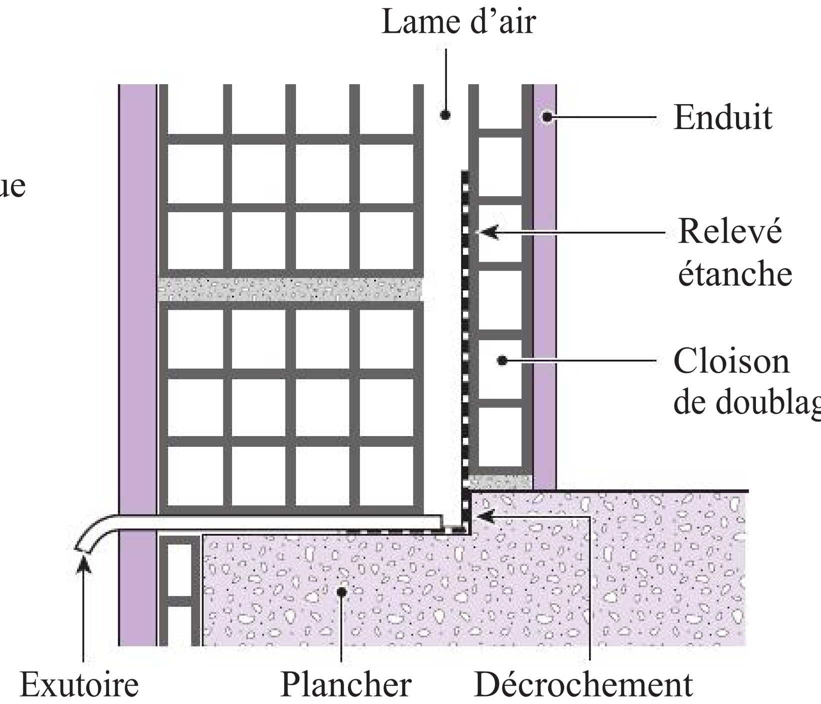
Joints horizontaux pour briques courantes


Bloc de type monomur *Bloc en U pour linteaux*

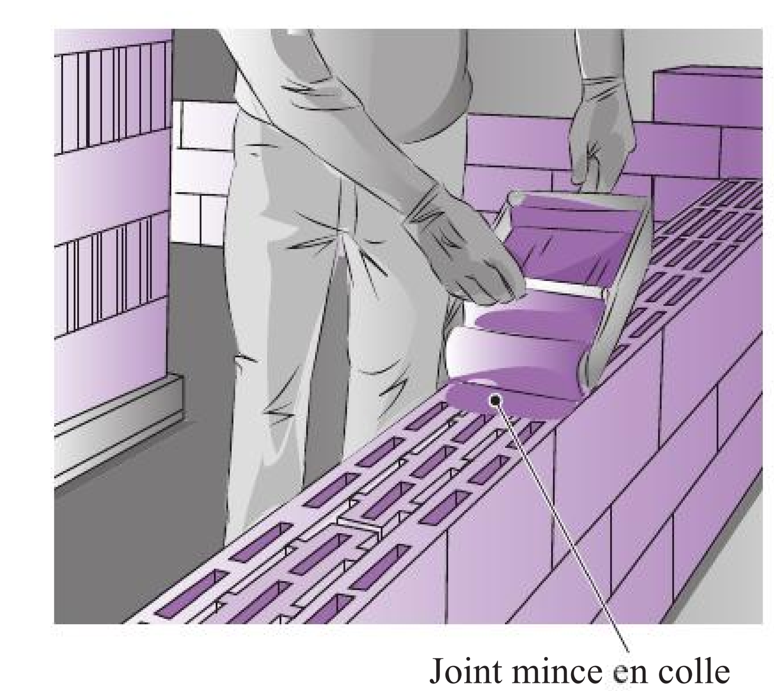
b Points singuliers des murs en briques creuses



c Mise en œuvre des planchers



d Mise en œuvre des pieds de murs



e Système monomur

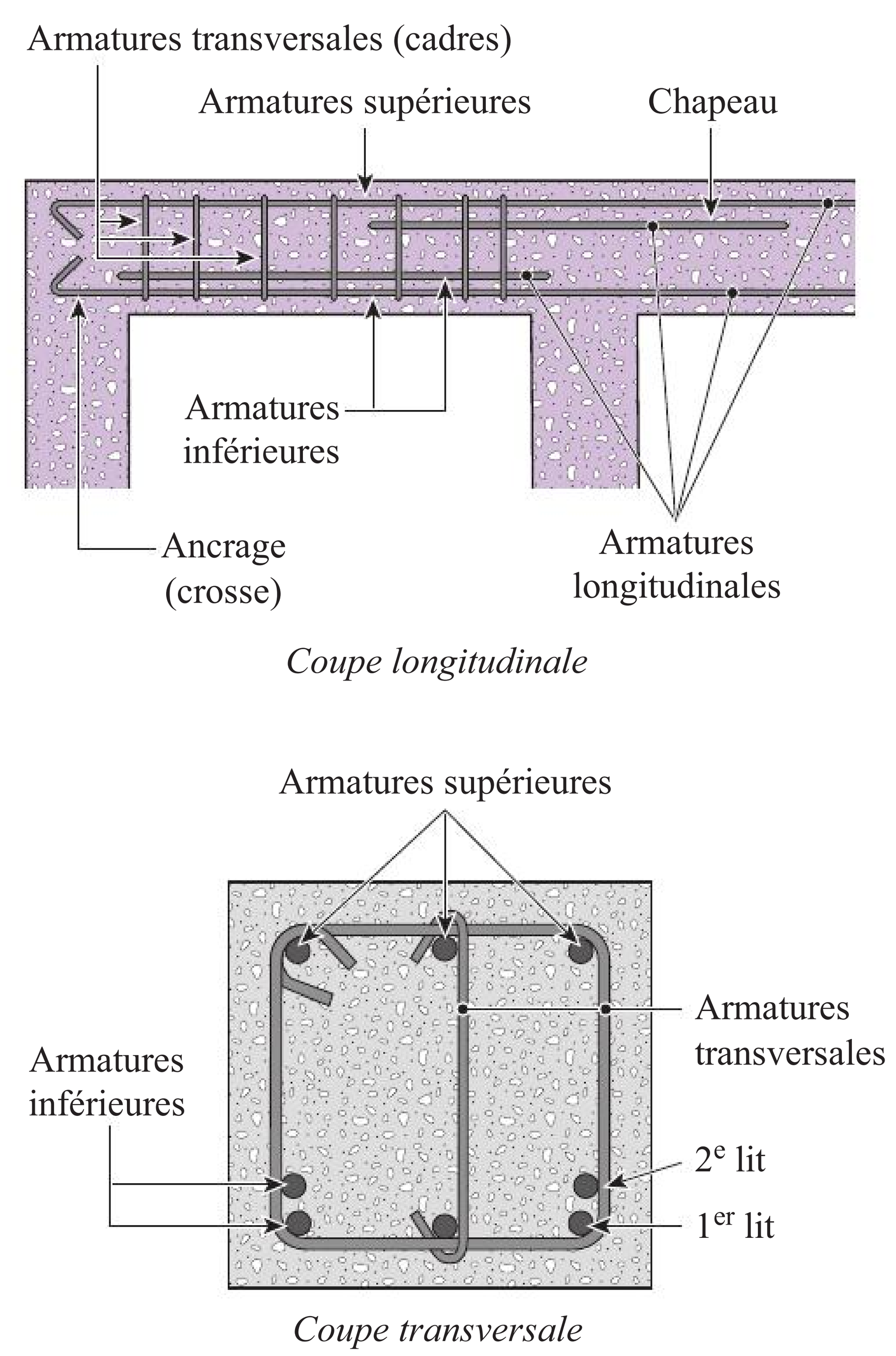
Poutres, poteaux et chaînages coulés

Comment ça marche

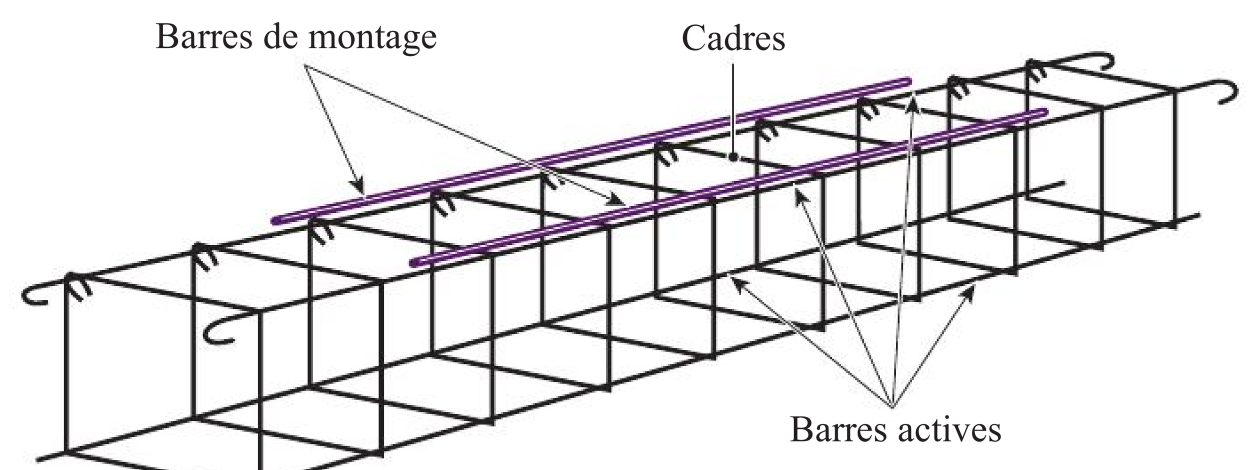
Les poutres (ouvrages horizontaux de franchissement conçus pour résister à la flexion) et les poteaux (ouvrages verticaux de soutènement conçus pour résister à la compression) en béton armé sont coulés directement sur le chantier et renforcés au moyen d'armatures. Les chaînages renforcent les murs maçonnés et leur permettent de résister à des efforts de flexion ou de cisaillement qui pourraient entraîner leur déversement. Ils limitent les désordres dus aux tassements et à la dilatation des matériaux.

Poutres coulées sur chantier

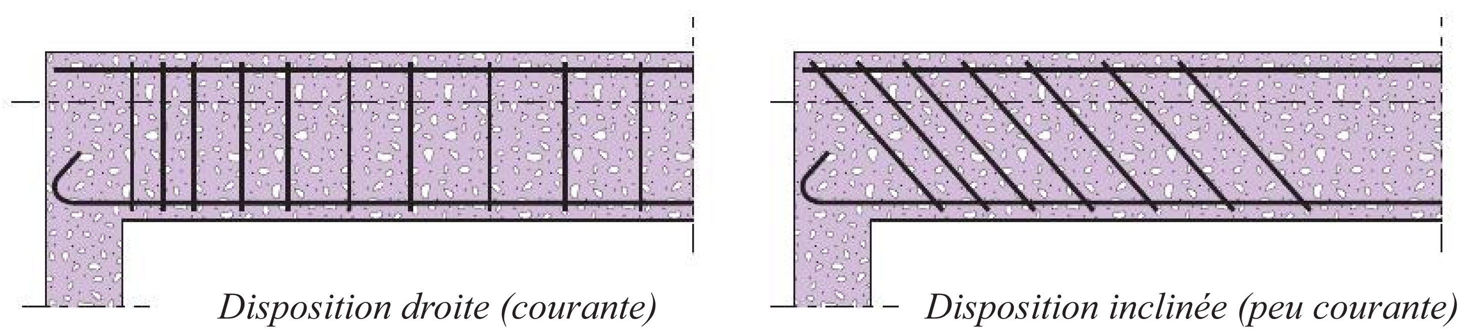
Les poutres en béton armé (a) sont coulées directement sur le chantier. Elles prennent appui sur des poteaux, des murs maçonnés, des voiles en béton armé ou sur d'autres poutres. Elles sont soumises à des charges permanentes (poids d'un plancher ou d'une couverture) et à des charges d'exploitation. Les sollicitations principales auxquelles elles sont soumises sont le moment de flexion et l'effort tranchant (important près des appuis). Des armatures longitudinales et transversales sous forme de cadres (b) et (c) renforcent les zones tendues, comprimées ou soumises à des efforts de cisaillement. Les coffrages horizontaux (d) et (e) sont constitués d'un fond de moule et de deux jouées. Leur étaiement assure la stabilité du coffrage durant les opérations de coulage et de vibrage du béton.



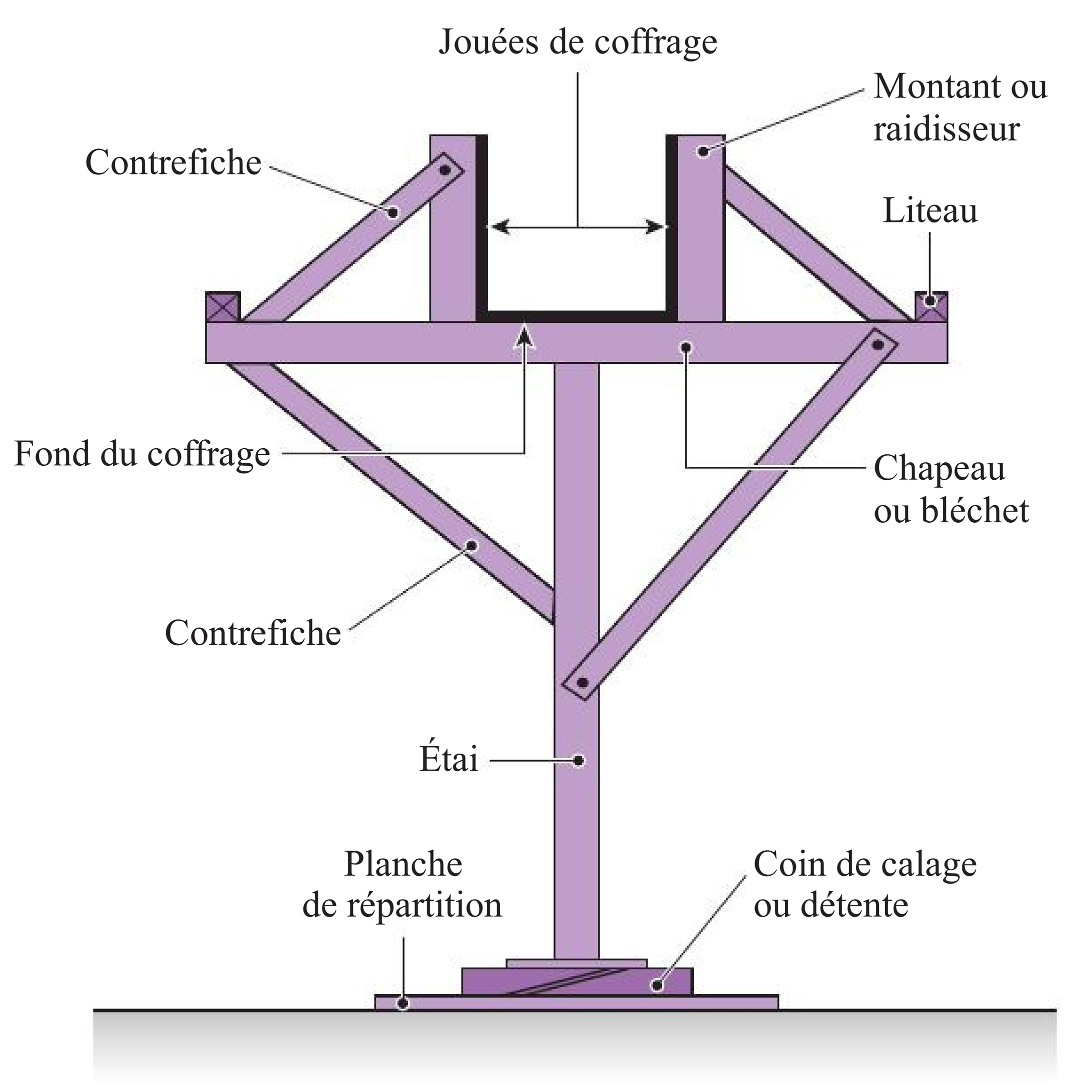
a Éléments d'une poutre en béton armé



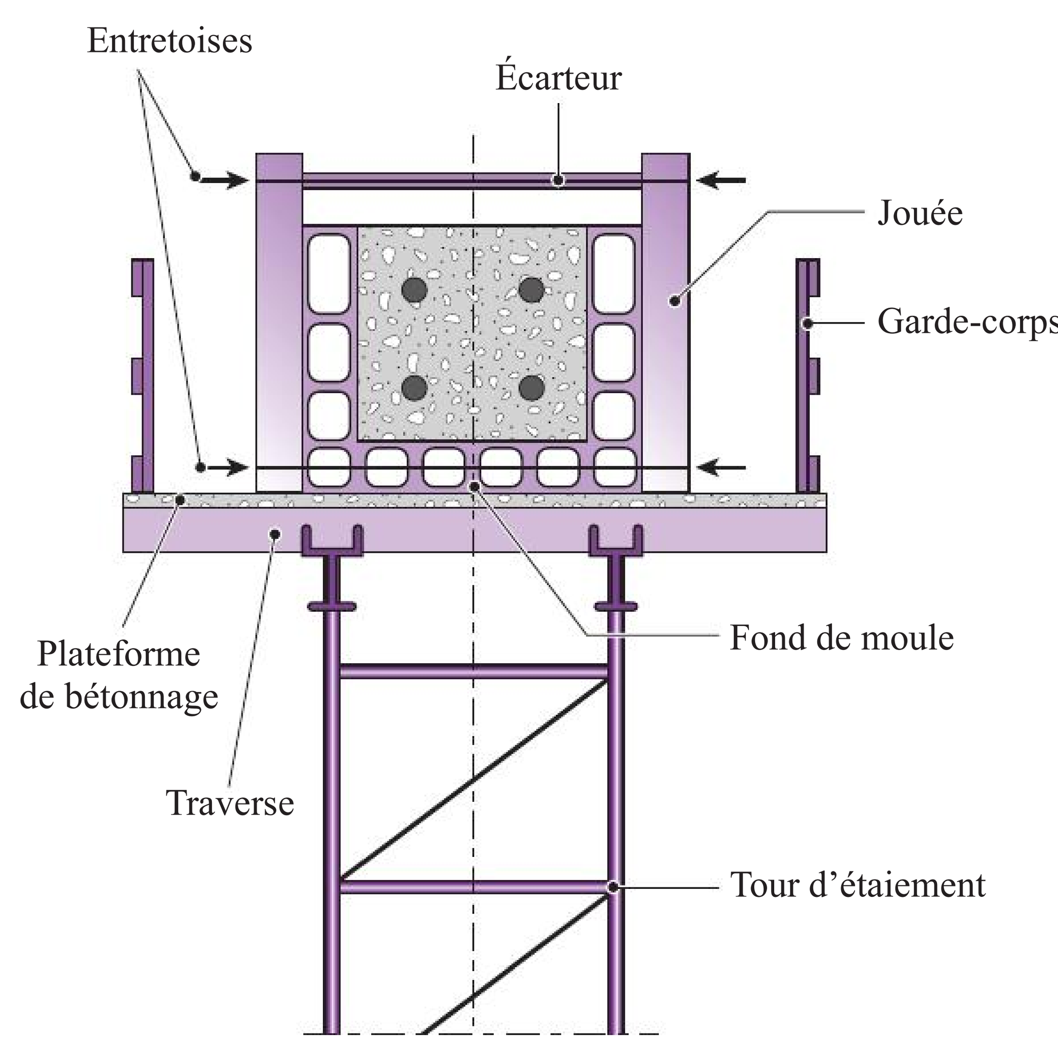
b Vue en perspective d'une armature de poutre



c Disposition des armatures transversales (cadres)



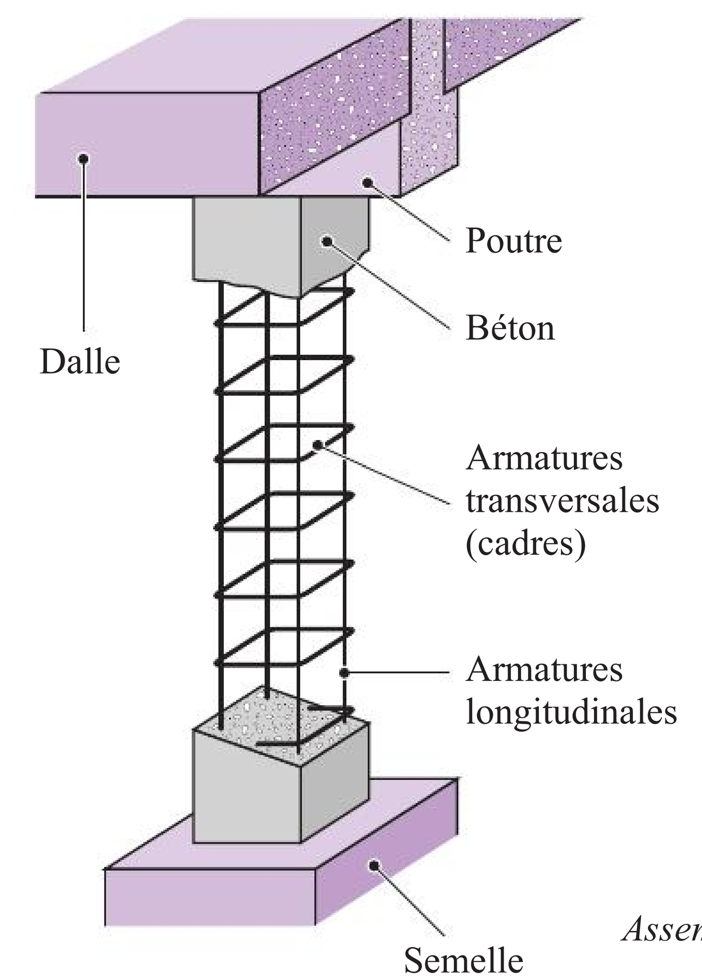
d Coffrage traditionnel



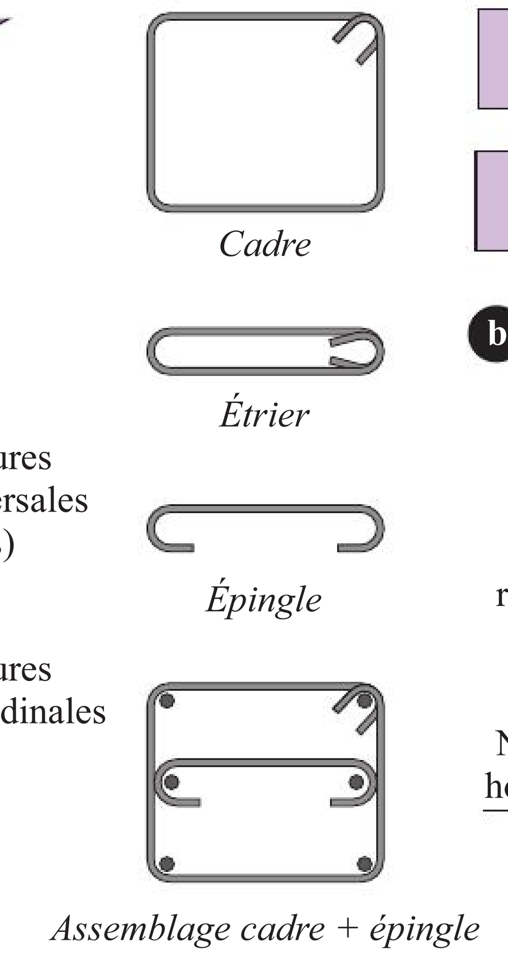
e Coffrage industriel

Poteaux coulés sur chantier

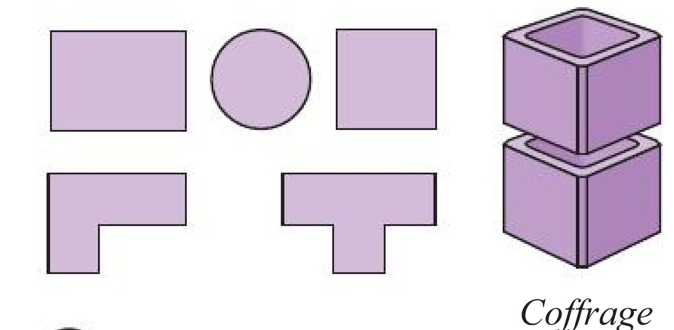
Les poteaux en béton armé (a) sont coulés directement sur le chantier. Leur section (b) peut être carrée, ronde, rectangulaire ou de forme complexe selon leur position dans la construction. Les poteaux sont soumis à des efforts de compression qui peuvent entraîner un risque de flambage. L'enrobage minimal des armatures longitudinales et transversales (c) doit être d'au moins 3 cm pour les poteaux exposés aux intempéries. La jonction entre armatures doit respecter un recouvrement de trois cadres transversaux (d). Le béton est coulé dans des coffrages verticaux réutilisables ou perdus en blocs architectoniques (e).



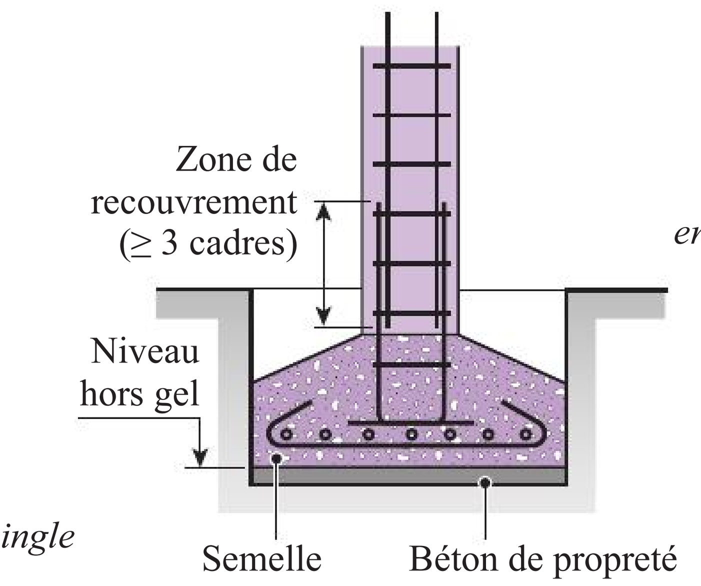
a Éléments d'un poteau



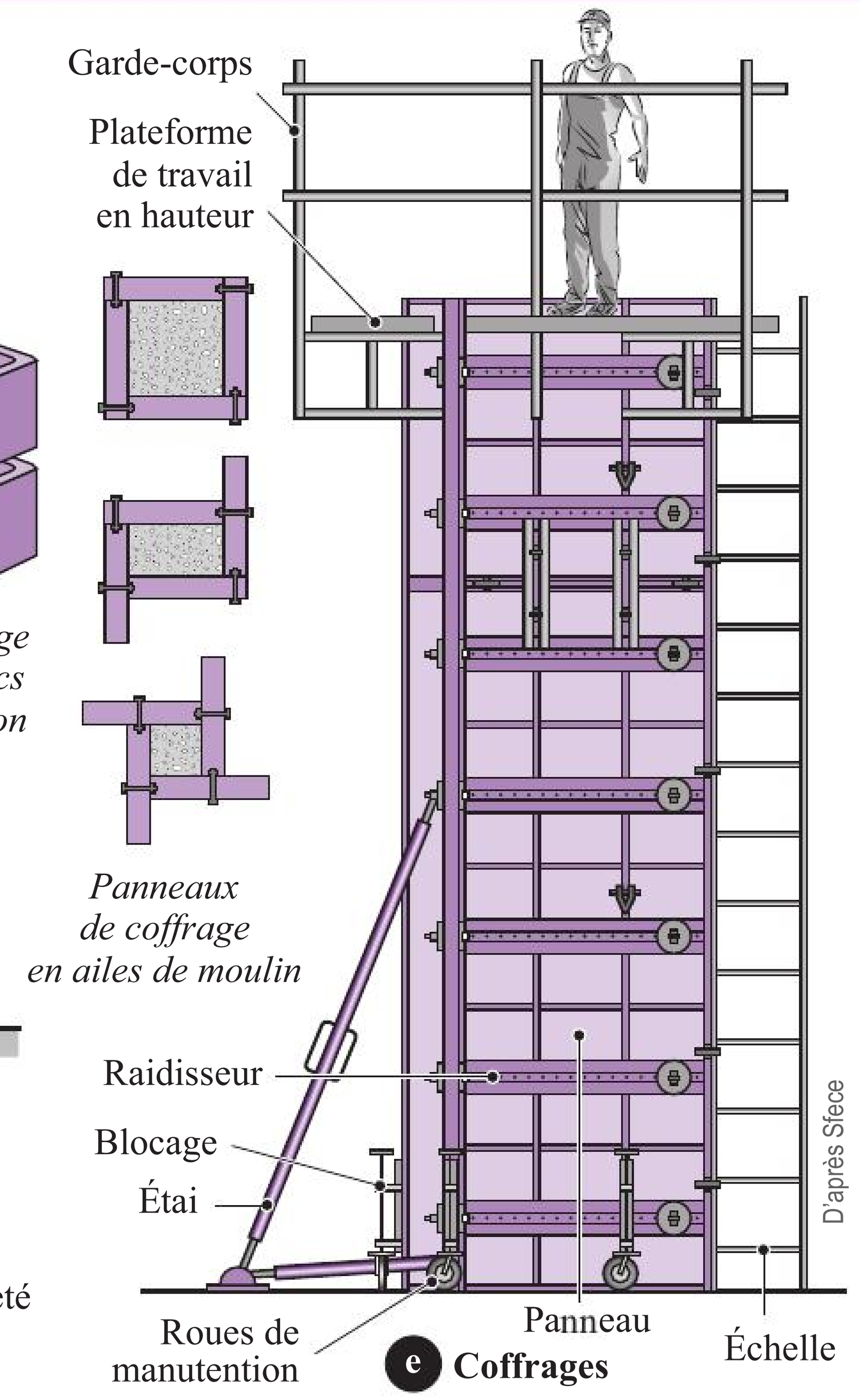
c Armatures transversales



b Exemples de sections



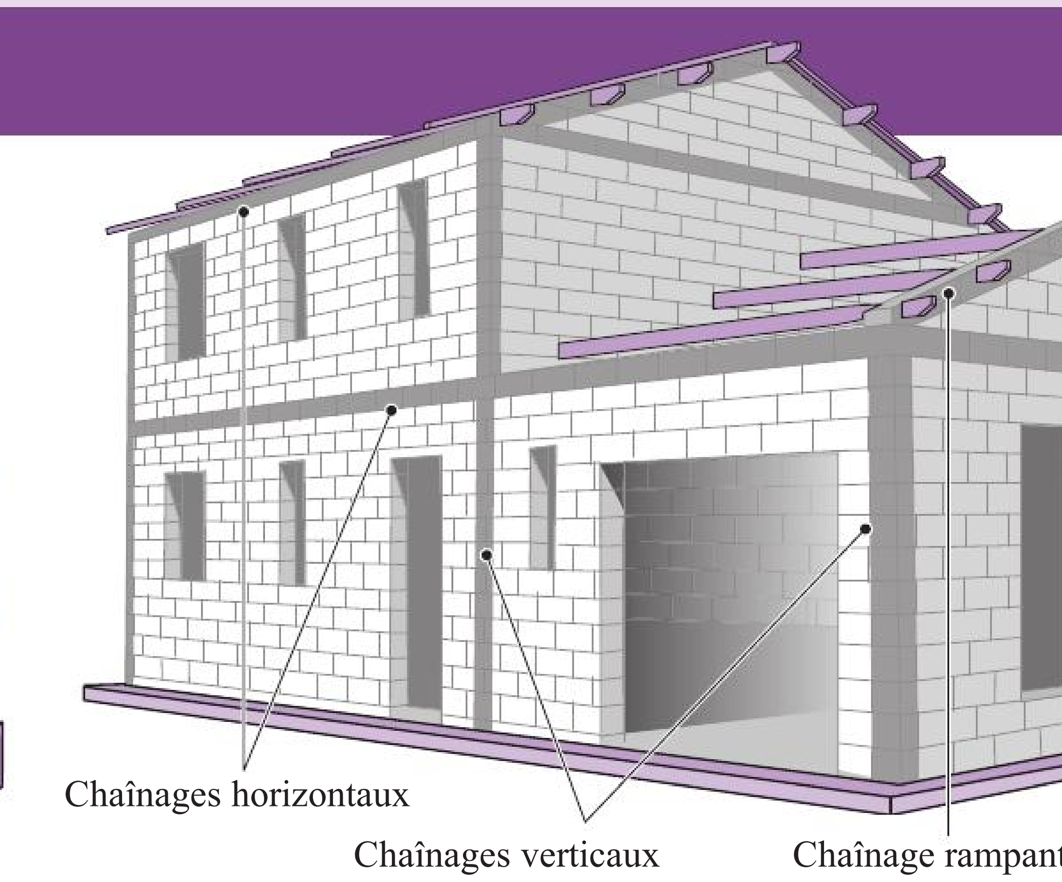
d Armatures en attente



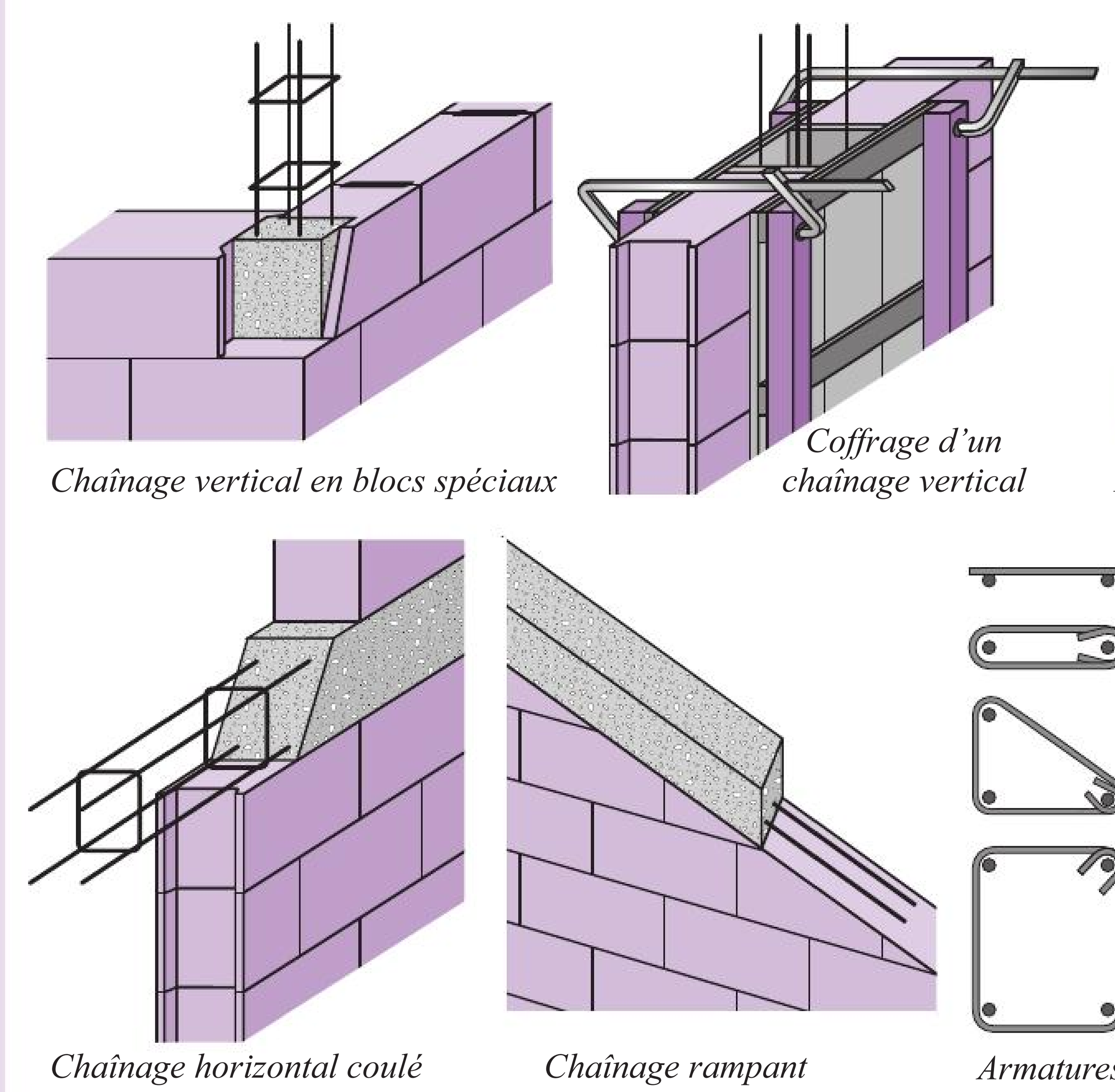
e Coffrages

Chaînages des murs maçonnés

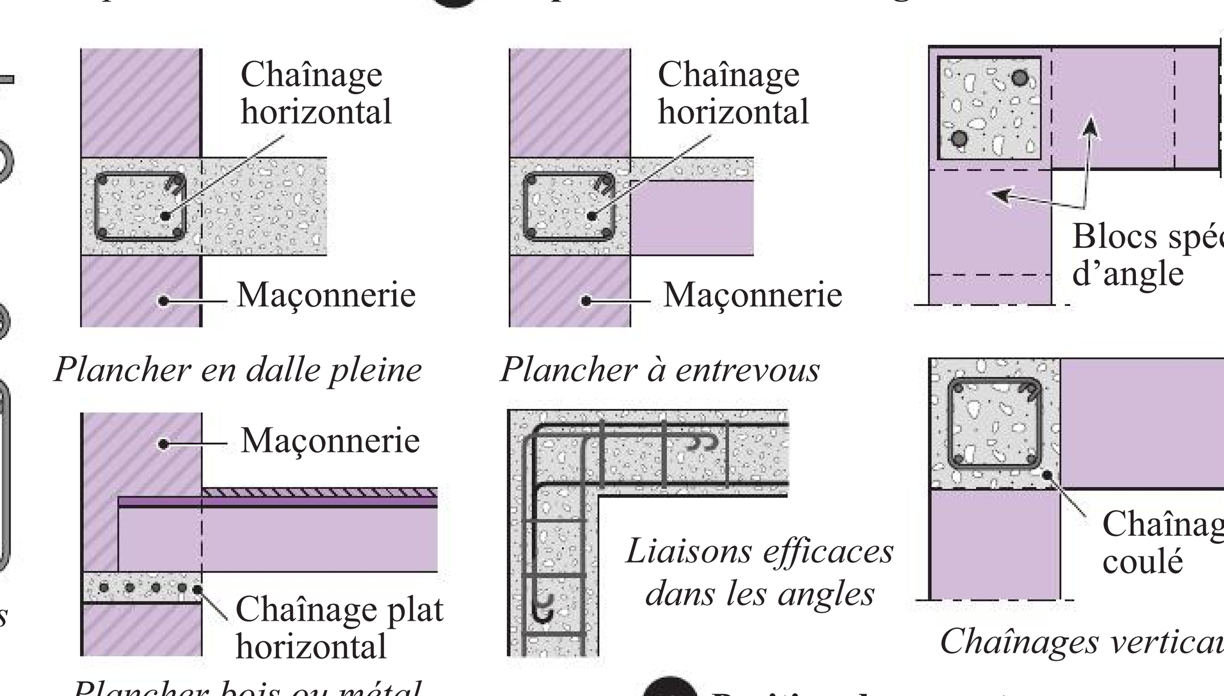
Le chaînage des murs maçonnés, obligatoire, est vertical, horizontal ou rampant (a). Les chaînages sont coulés dans des coffrages ou dans des blocs spéciaux qui permettent d'unifier le matériau de façade et de faciliter l'accroche de l'enduit (b). Afin d'éviter la corrosion, l'enrobage des armatures doit être supérieur à 2 cm, même si elles sont situées dans un bloc en béton. Les armatures des différents chaînages sont liées entre elles (c).



a Emplacement des chaînages dans un bâtiment



b Mise en œuvre des chaînages



c Position des armatures

Comment ça marche

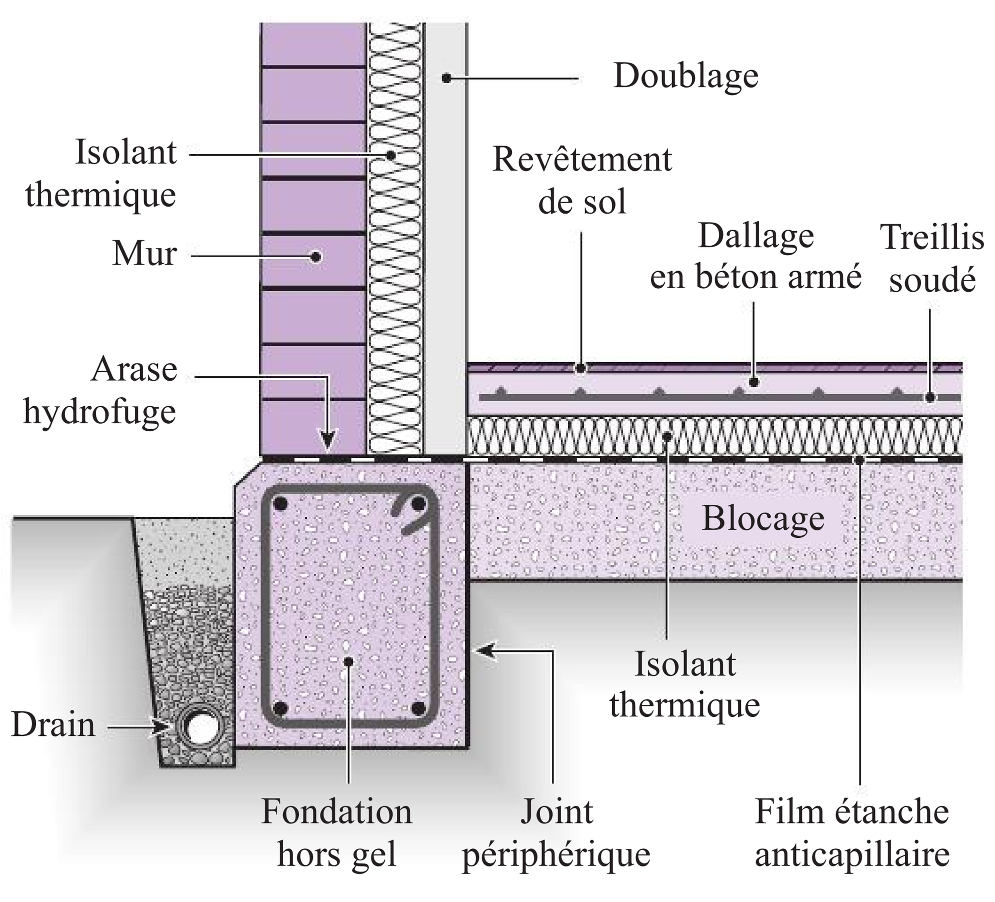
Dalles et dallages coulés

Les dalles et dallages coulés en béton armé sont mis en œuvre pour réaliser les sols en rez-de-chaussée et les planchers d'étages. Ils doivent transmettre les charges (poids du bâtiment, charges de service, sollicitations climatiques) depuis leurs points d'application vers les ouvrages ou éléments d'ancrage verticaux. Ils doivent résister aux sollicitations extrêmes (incendie et séisme) et assurer l'isolement acoustique des pièces ou locaux qu'ils séparent.

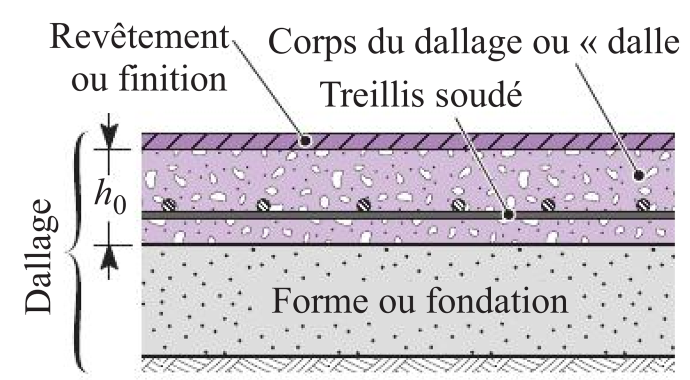
Dallages sur terre-plein

Les dallages sur terre-plein (a) sont considérés comme des dalles sur support continu. Ils sont mis en œuvre dans les maisons individuelles, mais également dans les locaux industriels à fortes charges d'exploitation. Un dallage se compose (b) :
- d'une forme de sous-couche qui sert de fondation d'assise, sur laquelle est exécuté le corps du dallage ;
- du corps de dallage, constitué d'une dalle en béton armé coulée sur la forme ;
- d'un revêtement de sol.

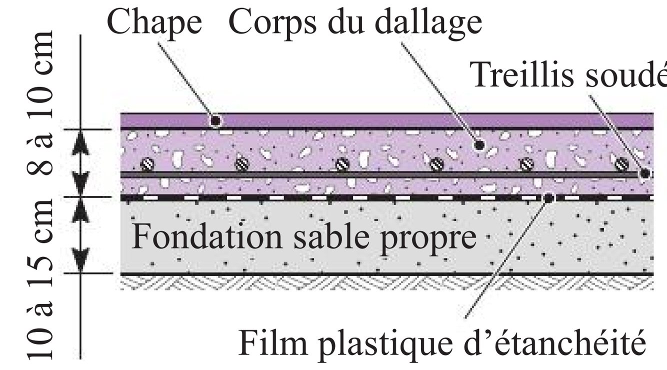
La forme du dallage est composée d'une épaisseur minimale de 20 cm de sable ou de tout-venant. Elle doit être insensible à l'eau ou au gel et homogène pour résister aux efforts et tassements. Elle est surmontée d'une couche anticontaminante (film polyéthylène (c) assurant également une fonction d'anticapillarité ou couche de sable de 5 cm (d)) pour empêcher la pollution du béton par les constituants de la forme au moment du coulage. Le corps du dallage est en béton armé. L'armature en panneaux de treillis soudés d'une épaisseur de 12 cm doit représenter 0,2 % de la section de béton du dallage dans chaque sens. Le dallage est désolidarisé de la structure par un joint de rupture au niveau des murs et des poteaux. Les dallages sur terre-plein des locaux chauffés doivent être isolés (e), au moins sur toute leur périphérie sur une largeur de 1,20 m, par un isolant protégé des coulures de béton par un film plastique. Afin d'éviter les tassements différentiels, il est préférable d'isoler l'ensemble de la sous-face du dallage.



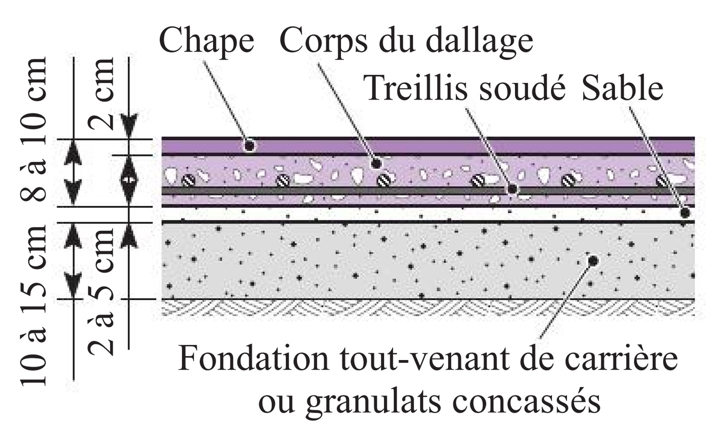
a Dallage sur terre-plein



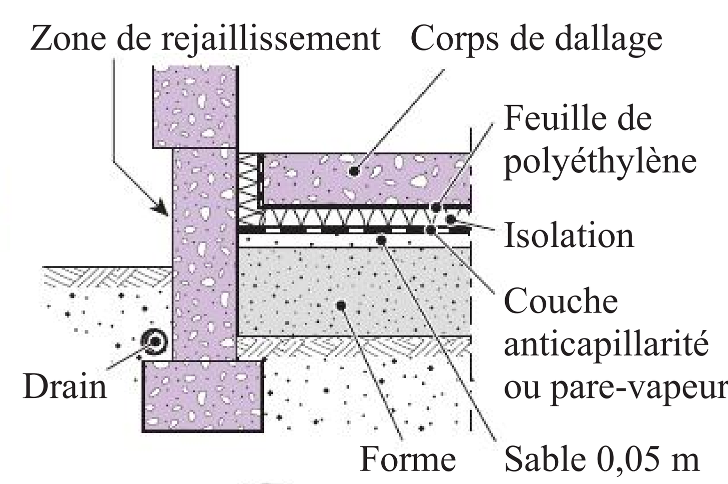
b Composants d'un dallage



c Mise en œuvre d'un film polyéthylène



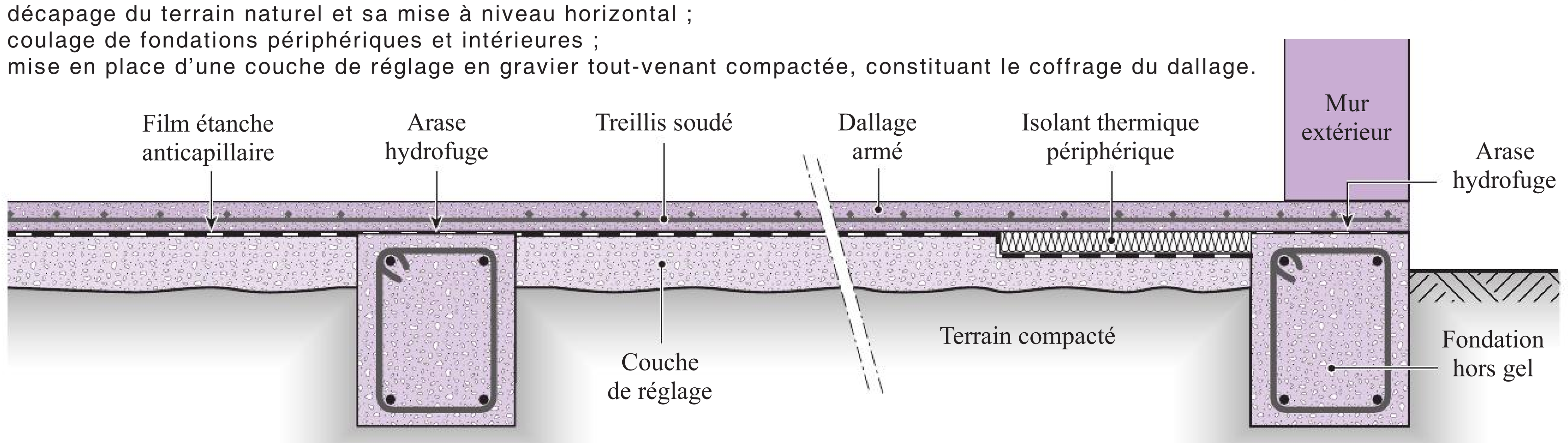
d Mise en œuvre sur couche de sable



e Dallage isolé

Dallages portés

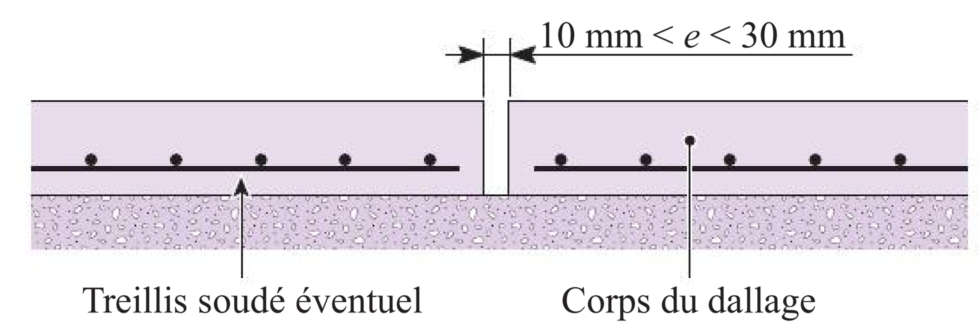
À l'inverse des dallages sur terre-plein, les dallages portés utilisent le terrain décapé ou le remblai comme fond de forme et comme coffrage. Ils prennent appui sur les fondations des murs périphériques et des murs de refend, et sont armés en fonction des charges reprises et des portées. Ils sont peu adaptés à la réception de charges lourdes et leur mise en œuvre implique, préalablement au coulage du dallage :
- le décapage du terrain naturel et sa mise à niveau horizontal ;
- le coulage de fondations périphériques et intérieures ;
- la mise en place d'une couche de réglage en gravier tout-venant compactée, constituant le coffrage du dallage.



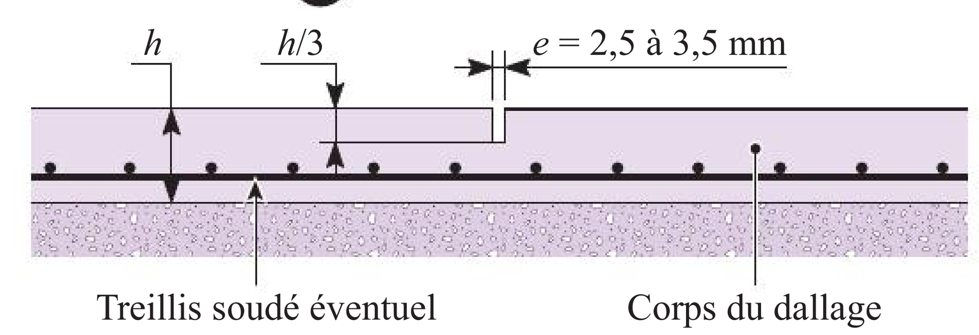
Dallage porté

Joints de dilatation et de retrait

- Les joints de dilatation (a), réalisés sur toute l'épaisseur d'un dallage, sont nécessaires pour les surfaces importantes afin de compenser les variations dimensionnelles.
- Les joints de retrait (b) permettent la libre déformation des éléments constituant le dallage. Ils sont réalisés par sciage du béton sur une hauteur correspondant au tiers de son épaisseur.



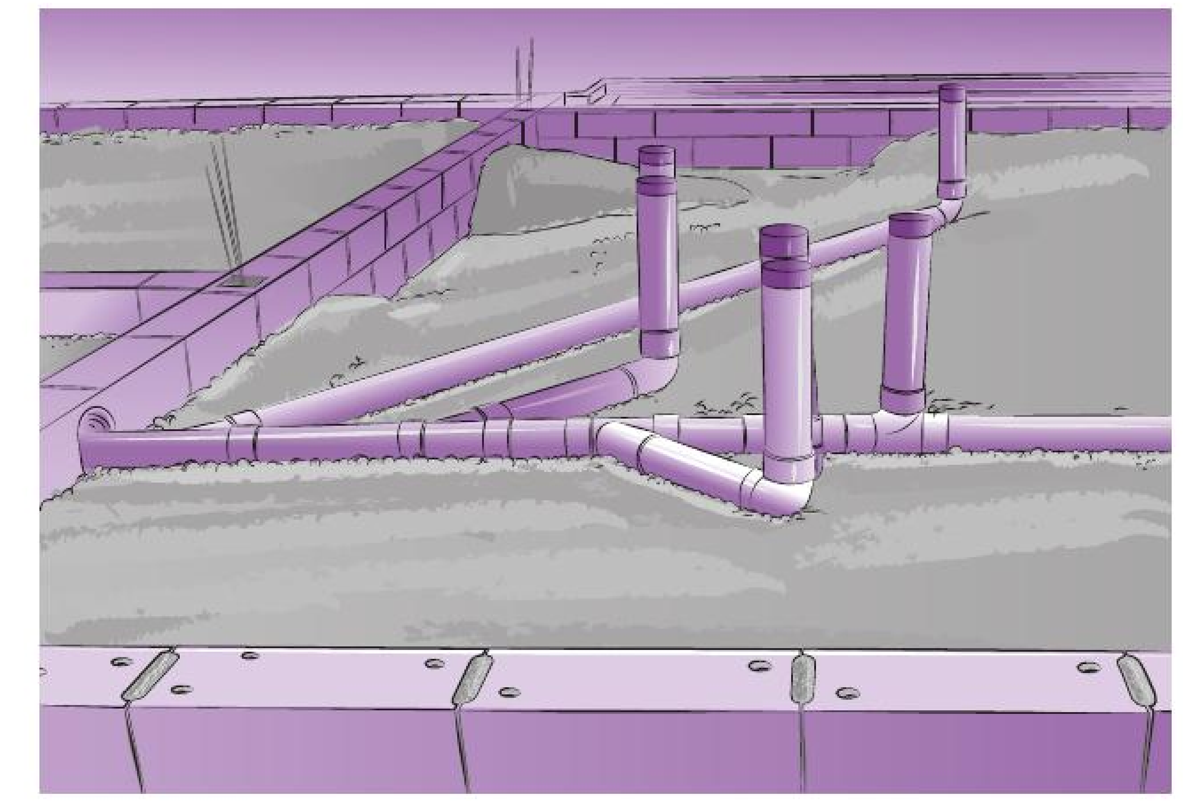
a Joint de dilatation



b Joint de retrait

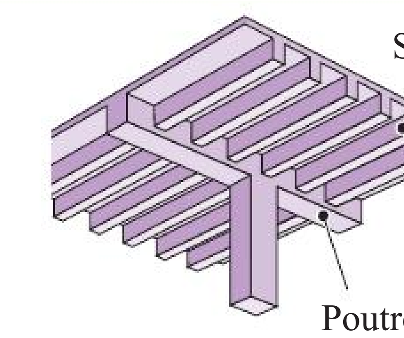
Réseaux sous dallage

Les canalisations, les fourreaux enterrés ainsi que les attentes au droit des sorties des appareils sanitaires doivent être posés avant le coulage du dallage. Ils sont mis en place sur un lit de sable, en respectant une pente minimale de 2 cm/m.

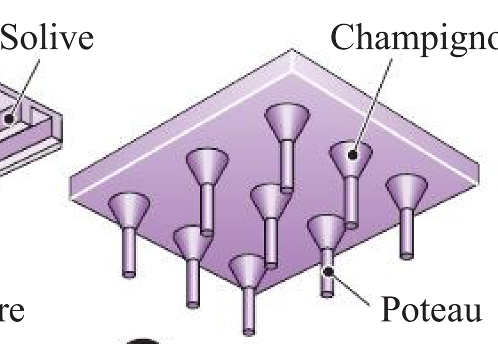

Mise en œuvre des canalisations enterrées

Dalles en béton coulées en place

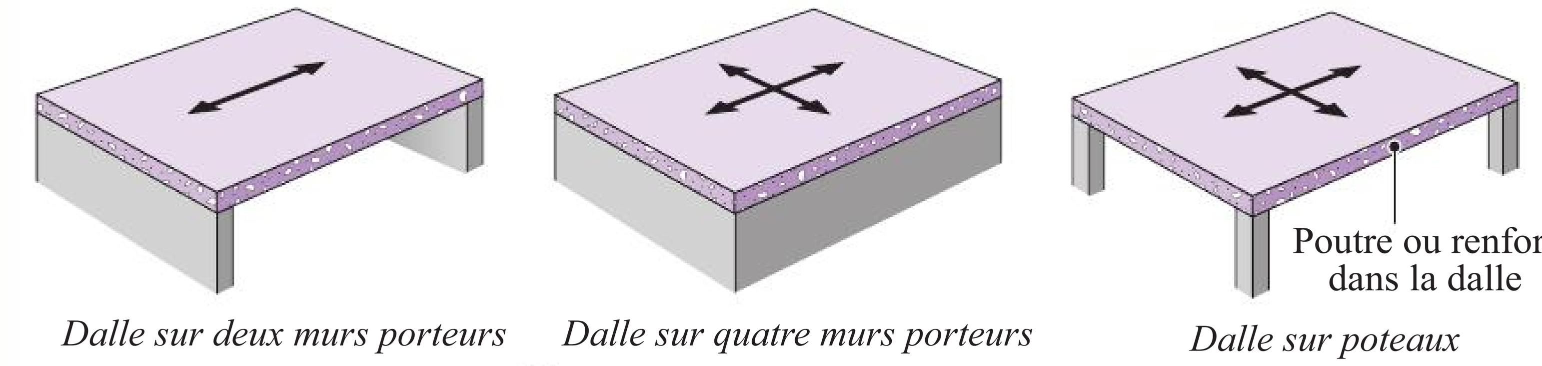
Une dalle en béton armé, stucture porteuse horizontale, repose sur des murs ou des poteaux, sur 2 ou 4 côtés (a). Elle est pleine (sans poutres intermédiaires et portant de mur à mur), nervurée (b) (dalle mince sur un système de poutres et solives) ou à champignons (c) (surlargeur en tête de poteaux permettant d'accroître les surcharges admissibles). Les dalles pleines sont mises en œuvre sur des coffrages amovibles réutilisables (d) ou perdus, c'est-à-dire qui restent à demeure et intègrent, par exemple, l'isolation thermique ou la sous-face prête à peindre (e). Les poutres incorporées (f) permettent de renforcer les dalles pleines au droit de charges localisées importantes.



b Dalle nervurée

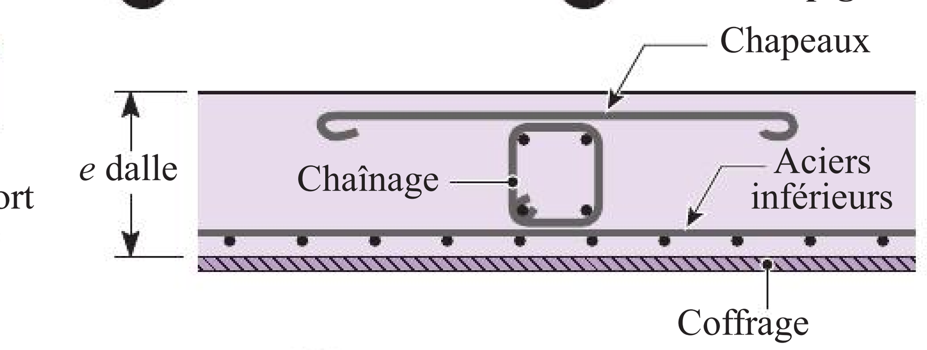


c Dalle champignon

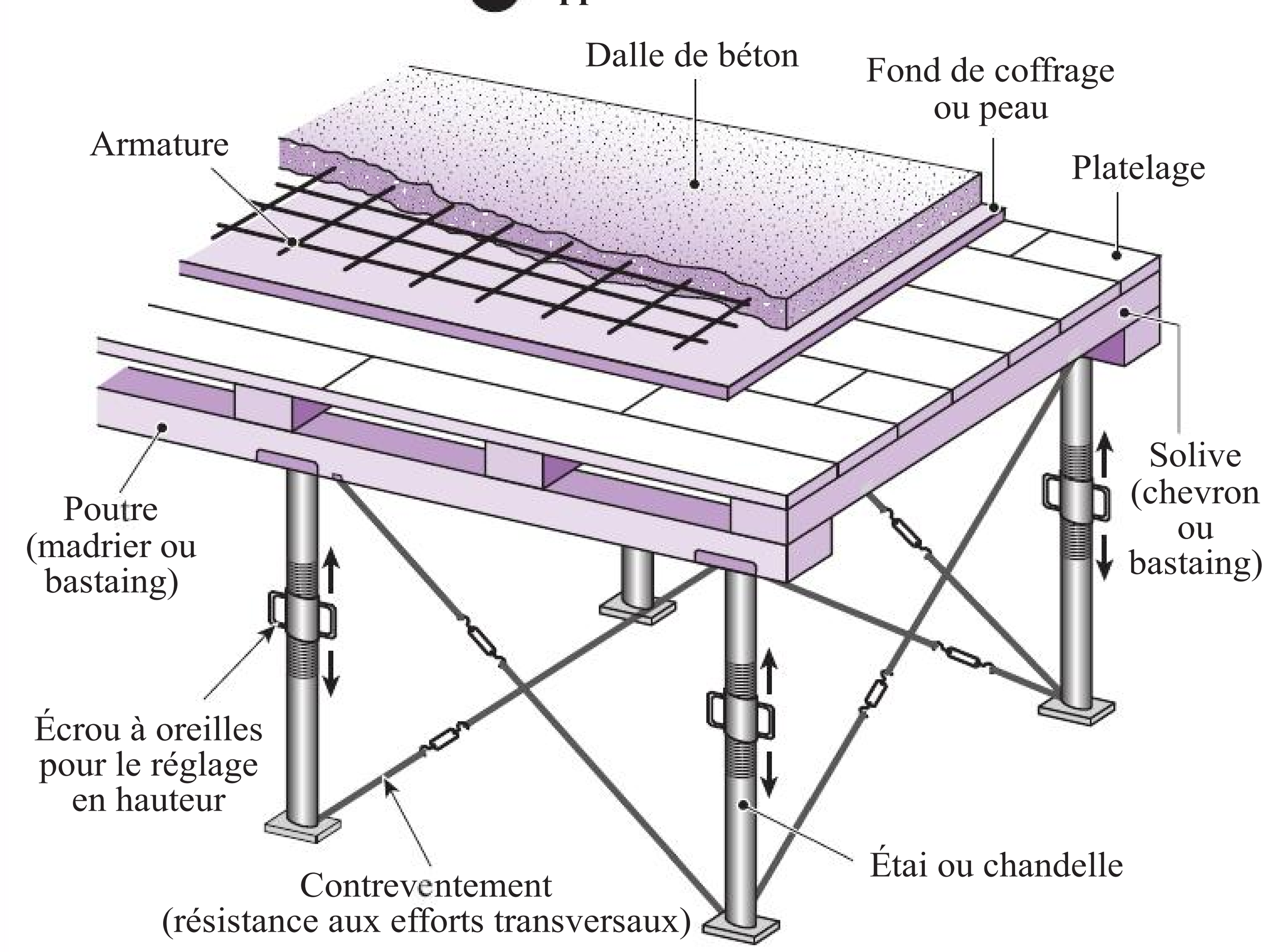


Dalle sur deux murs porteurs — *Dalle sur quatre murs porteurs* — *Dalle sur poteaux*

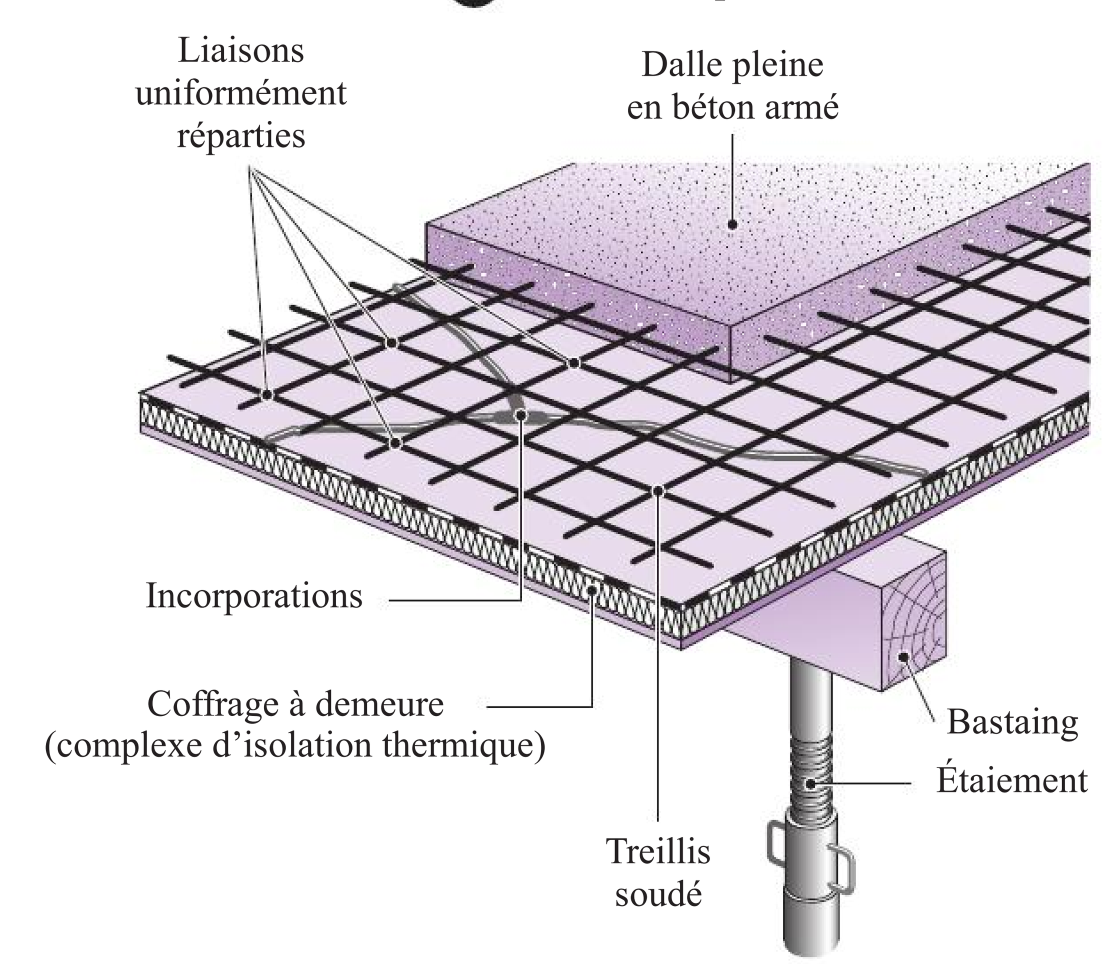
a Appuis des dalles en béton armé



f Poutre incorporée à la dalle



d Coffrage traditionnel en bois pour dalle pleine en béton armé



e Coffrage perdu pour dalle pleine en béton armé

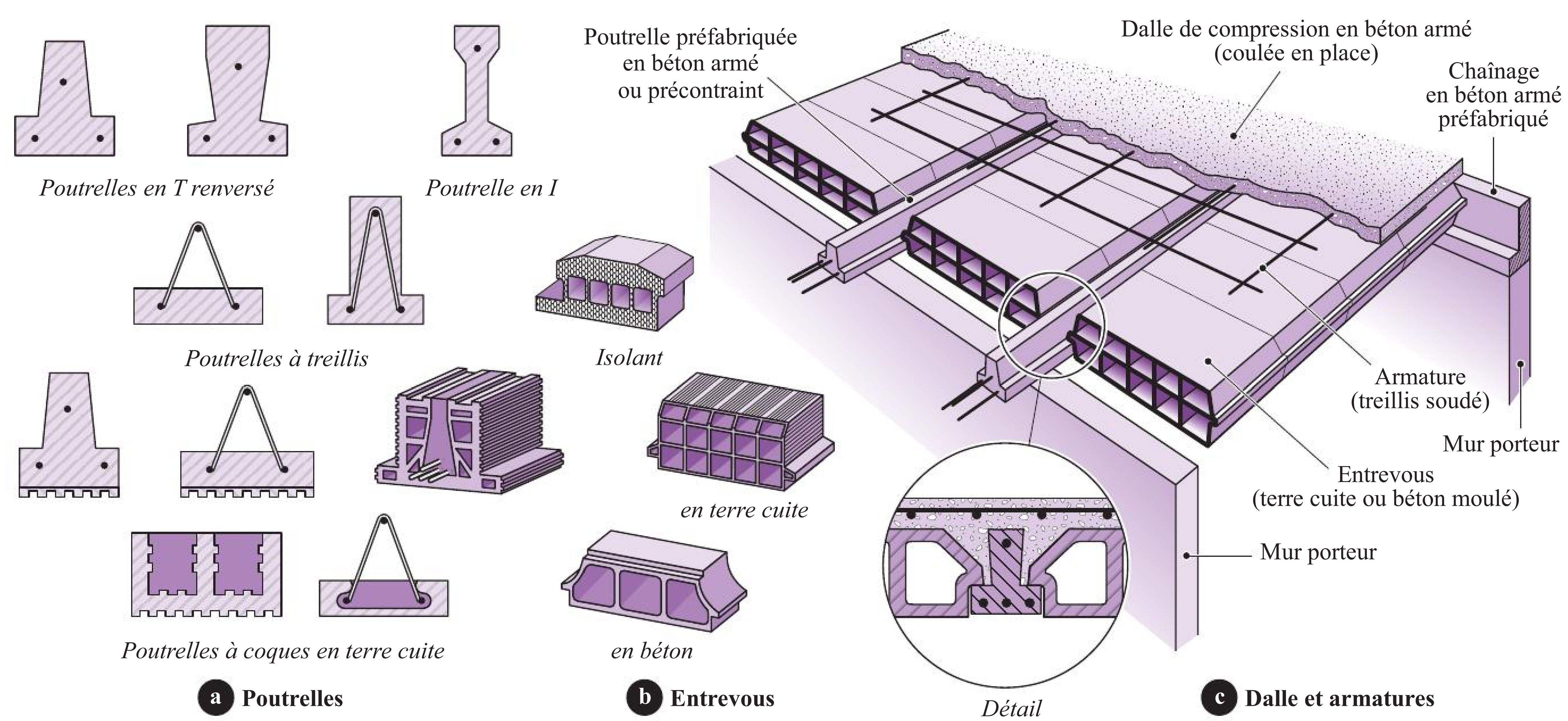
Comment ça marche

Planchers à poutrelles et entrevous

Les planchers à poutrelles et entrevous, qui prennent appui sur des murs, des voiles ou des poutres, sont constitués de poutrelles préfabriquées, d'entrevous ou hourdis constituant le remplissage, et d'une dalle de compression coulée en place. Ils sont utilisés pour la construction de petits bâtiments ou de maisons individuelles car ils ne nécessitent pas de gros engins de levage. Les portées admissibles sont de 5 à 6 m, selon le type de poutrelles, leur hauteur et les charges admises.

Éléments constitutifs d'un plancher à poutrelles et entrevous

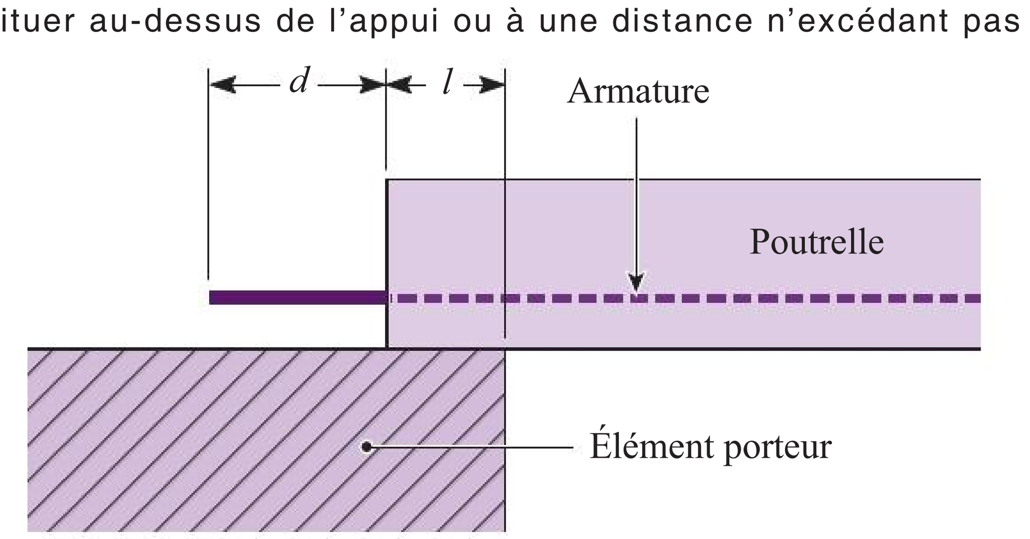
Les planchers comprennent :
- des poutrelles ou nervures parallèles (a) : elles sont en béton armé ou en béton précontraint, entièrement ou partiellement préfabriquées, autoportantes (assurant à elles seules la résistance finale du plancher) ou non (nécessitant une dalle de compression sur entrevous) ;
- des entrevous ou hourdis (b) : ce sont soit des éléments de coffrage associés à une dalle de répartition, soit des éléments porteurs résistants qui dispensent d'une dalle de répartition. Les entrevous sont en béton, en terre-cuite, en polystyrène, en plastique alvéolaire ou en bois reconstitué ;
- une dalle rapportée armée (c) qui est dite :
  - de répartition (ép. 4 à 5 cm) lorsqu'elle est destinée à répartir les charges vers les poutrelles ;
  - indépendante (ép. ≥ 5 cm) lorsqu'elle est désolidarisée des poutrelles par un matériau isolant ;
  - de compression (ép. ≥ 5 cm) lorsqu'elle constitue la membrure supérieure comprimée du plancher en étant liée aux poutrelles.



a Poutrelles — b Entrevous — c Dalle et armatures

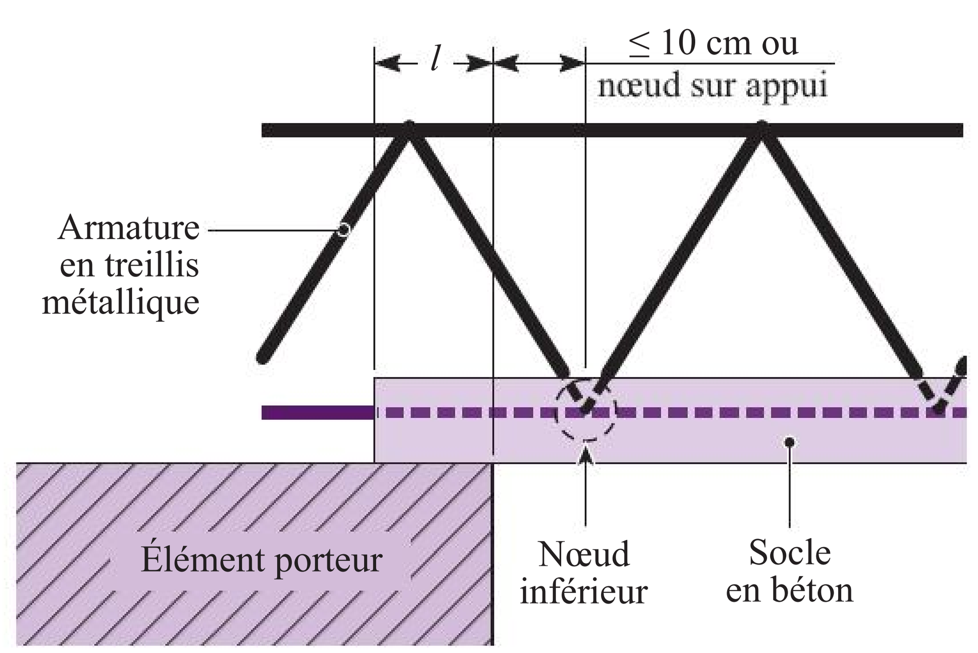
Conditions d'appui des poutrelles

Pour les poutrelles en béton armé ou précontraint, la longueur d'appui (l) est supérieure ou égale à 2 cm lorsque l'élément porteur est en béton et à 5 cm lorsque l'élément porteur est en maçonnerie. La longueur d'ancrage ($d + l$) doit être supérieure ou égale à 10 cm.
Les poutrelles à treillis métalliques (b) doivent respecter les mêmes longueurs d'appui. Concernant l'ancrage, un nœud d'armature inférieur doit se situer au-dessus de l'appui ou à une distance n'excédant pas 10 cm.



d : longueur de dépassement des armatures à l'about des poutrelles
l : longueur d'appui des poutrelles sur les éléments porteurs

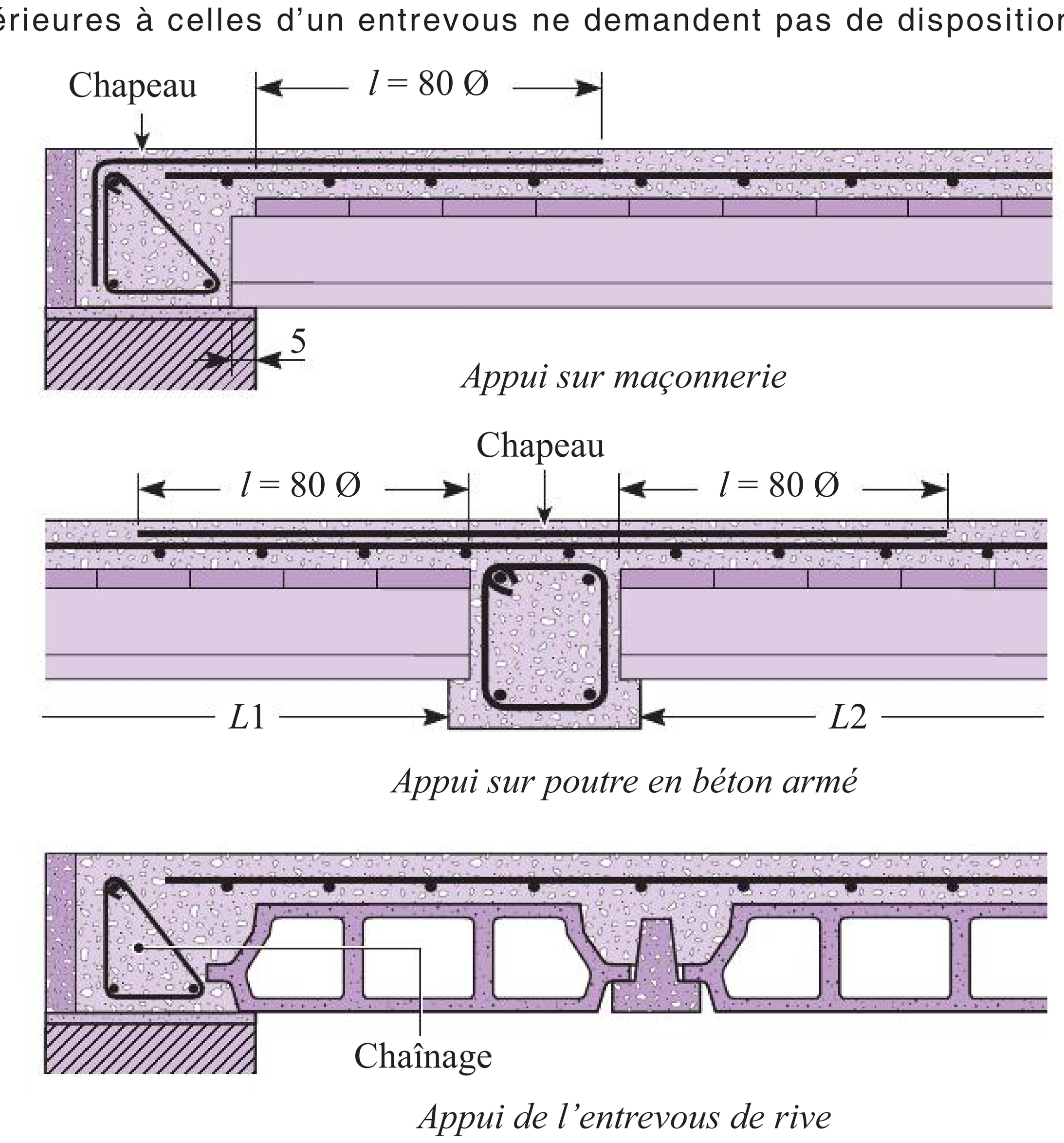
a Poutrelle en béton armé ou précontraint



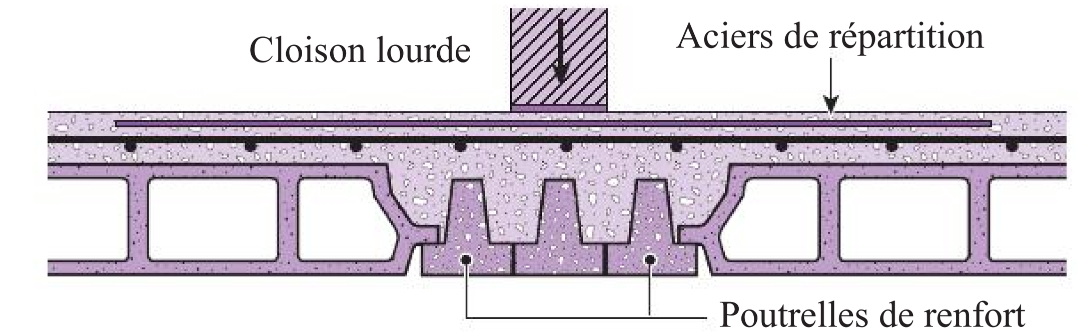
b Poutrelle métallique

Points singuliers

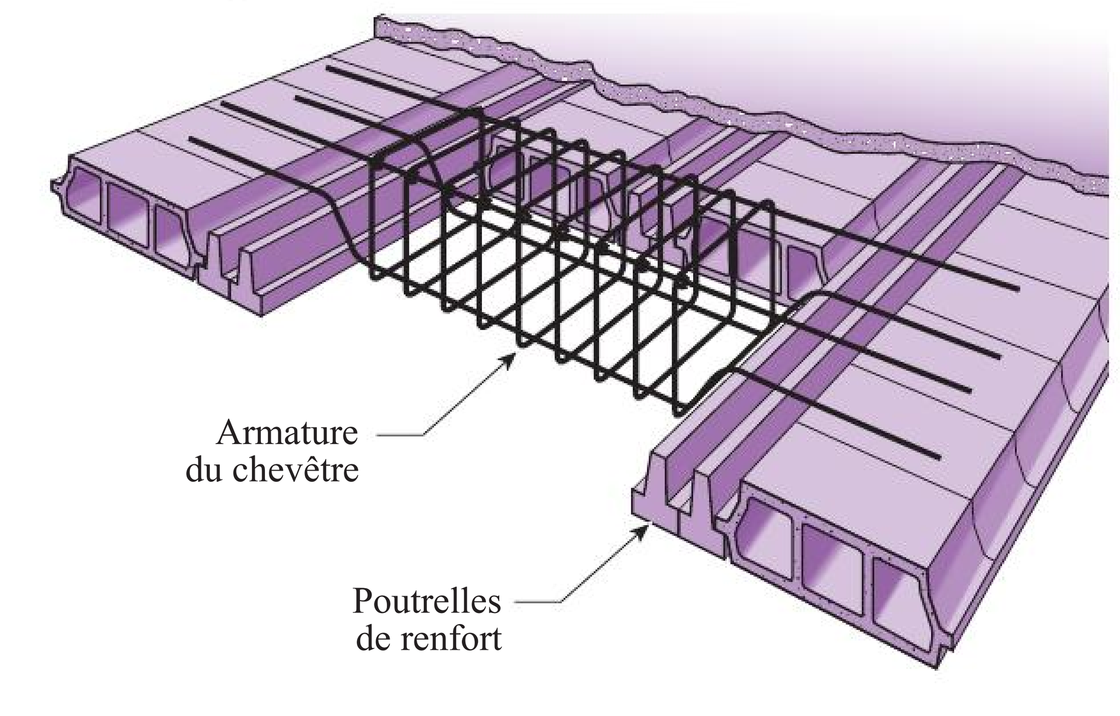
Les renforts et réservations dans le plancher sont autant de points singuliers qui demandent un traitement approprié (a). Les réservations et les trémies de dimensions importantes imposent la réalisation d'un chevêtre qui prend appui sur les poutrelles voisines renforcées (b). L'implantation de cloisons lourdes (c) exige la reprise de la surcharge en doublant ou triplant les poutrelles. Les réservations de dimensions inférieures à celles d'un entrevous ne demandent pas de dispositions particulières.



a Renforts des appuis



c Cloison lourde parallèle aux poutrelles

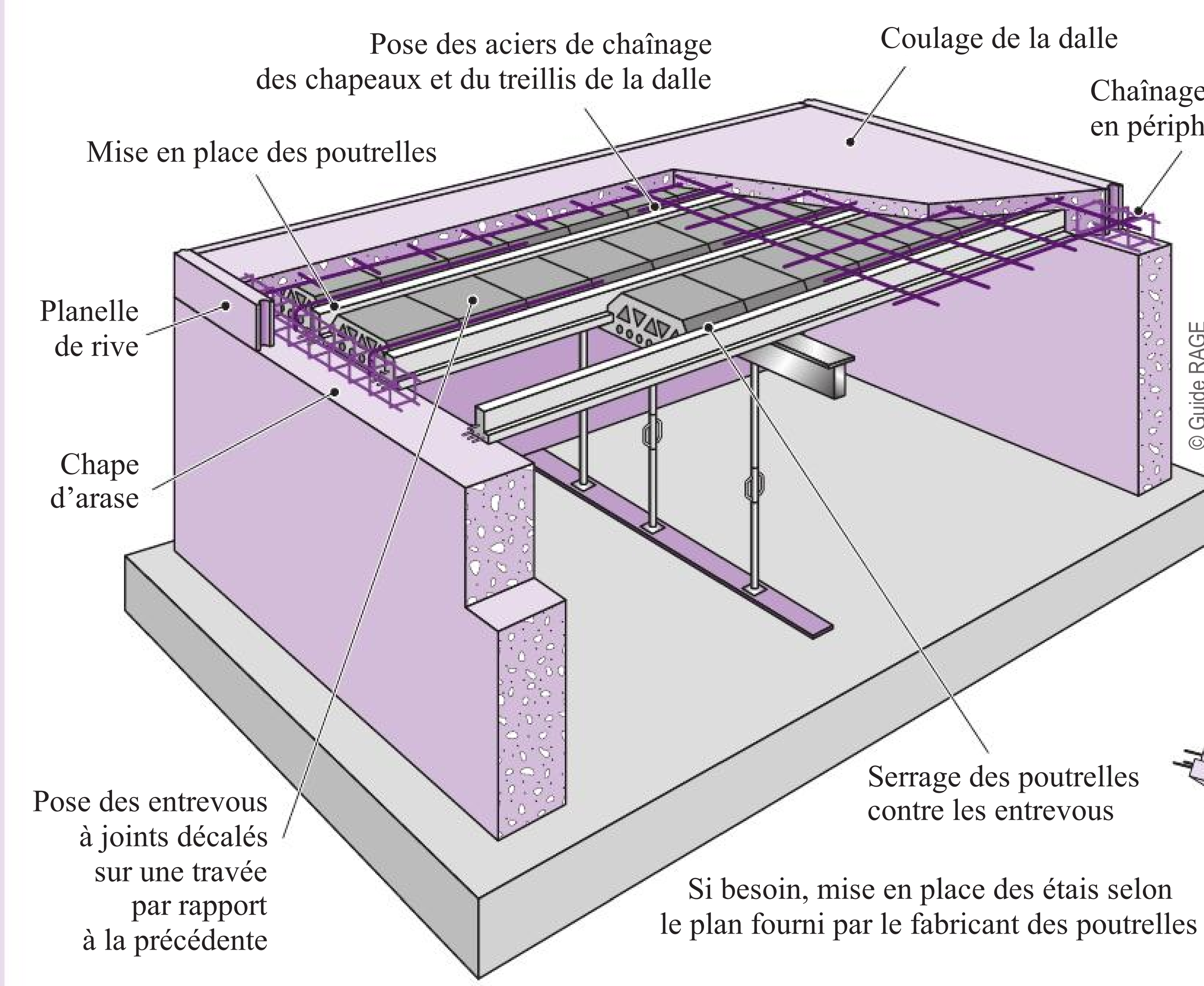


b Chevêtre en béton armé au droit d'une trémie

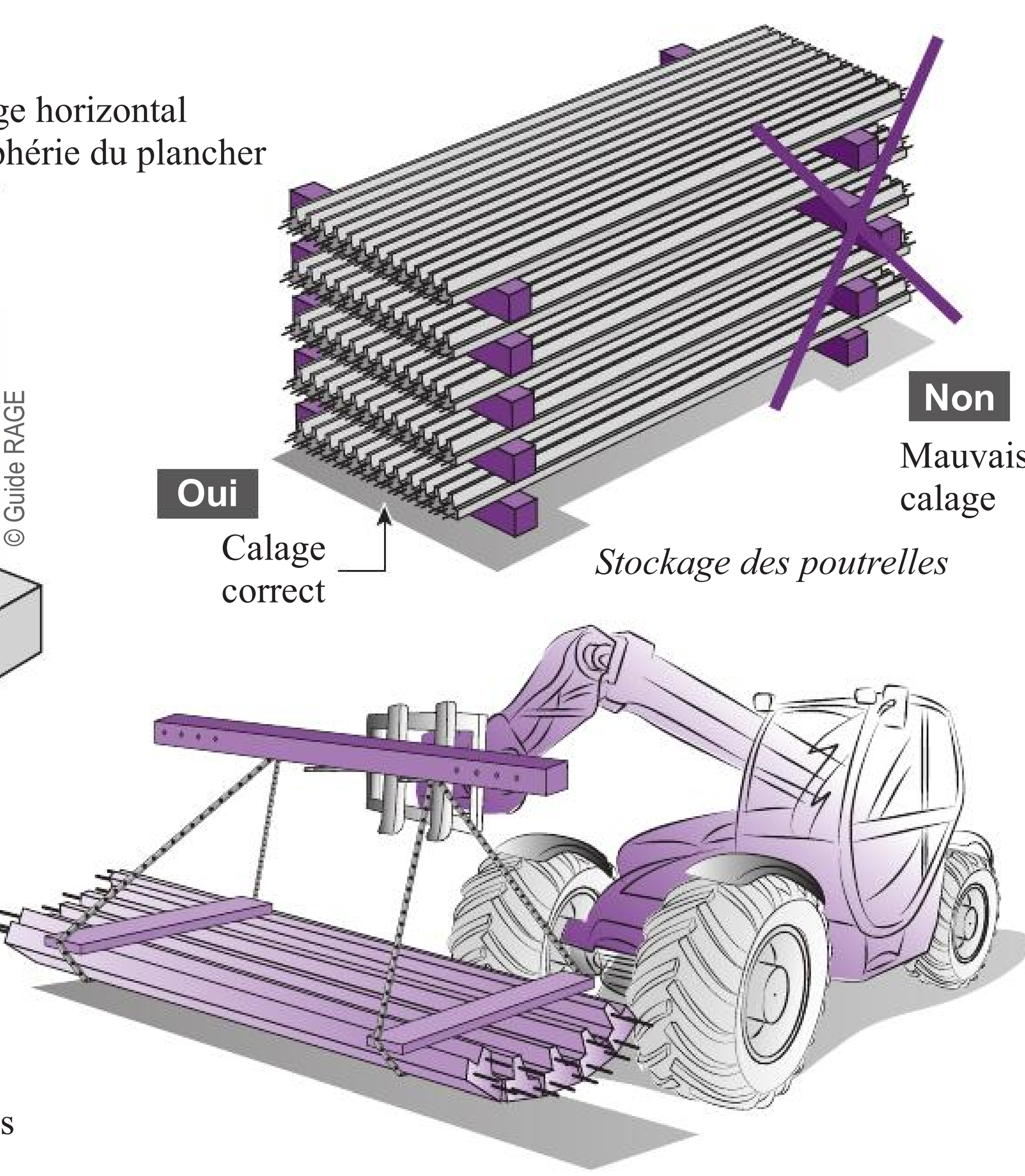
Mise en œuvre, transport et stockage

Lors de la mise en œuvre des planchers préfabriqués à poutrelles et entrevous (a), il est nécessaire de s'assurer :
- que le repos minimal des poutrelles sur leur support est de 5 cm sur appui en maçonnerie et de 2 cm sur appui en béton ;
- si la pose est effectuée sans étais, que le béton composant les poutrelles a été coulé il y a plus de 6 jours ;
- que les poutrelles sont rectilignes et que les entrevous détériorés ont été remplacés ;
- que les armatures complémentaires sont en place et que le béton a été coulé simultanément pour l'ensemble de la dalle du plancher.

Le transport et le stockage des poutrelles sur le chantier doit éviter leur déformation (b).



a Mise en œuvre des planchers à poutrelles et entrevous



b Transport et stockage

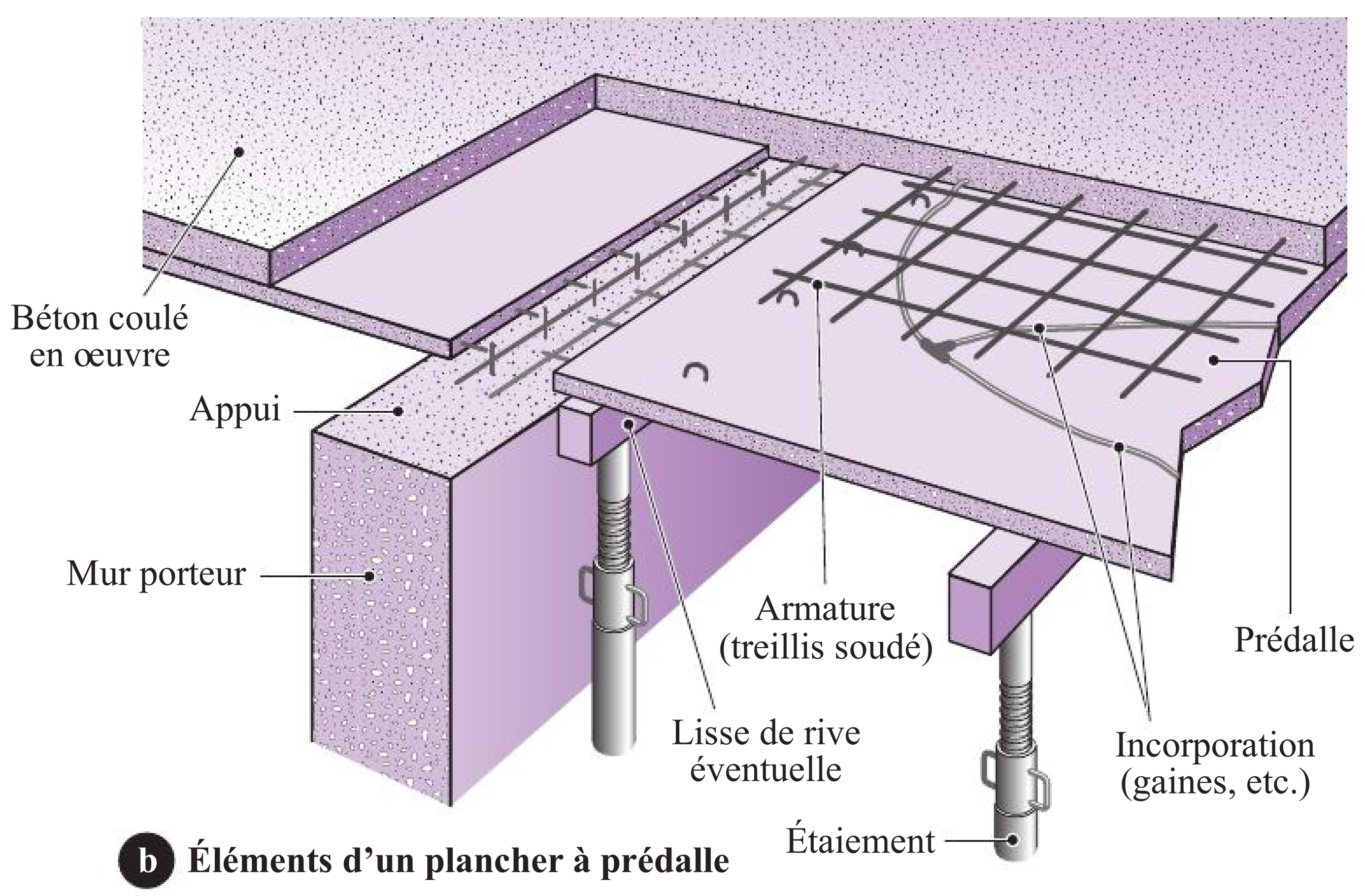
Planchers à prédalles et collaborants

Comment ça marche

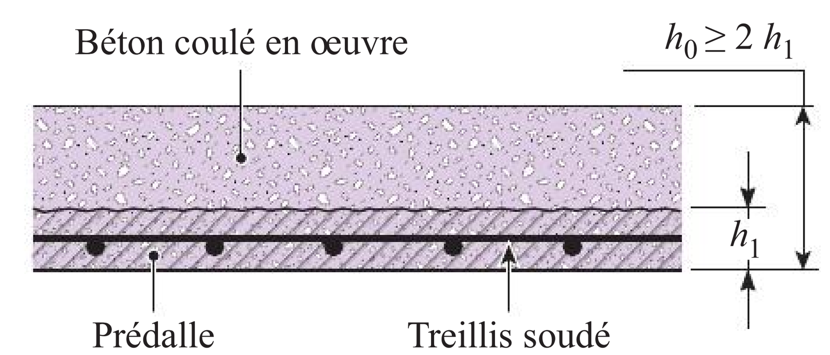
Les planchers à prédalles et les planchers collaborants, faciles à mettre en œuvre, sont souvent utilisés pour la réhabilitation de bâtiments. Ces deux techniques permettent de s'affranchir des opérations de coffrage et de décoffrage, les prédalles et les bacs nervurés faisant office de coffrage perdu pour la dalle de béton coulée en œuvre. Ils constituent, sur leur face supérieure, un support stable pour les revêtements de sol et reçoivent, sur leur face inférieure, les plafonds ou enduits de finition.

Éléments constitutifs et points singuliers d'un plancher à prédalles

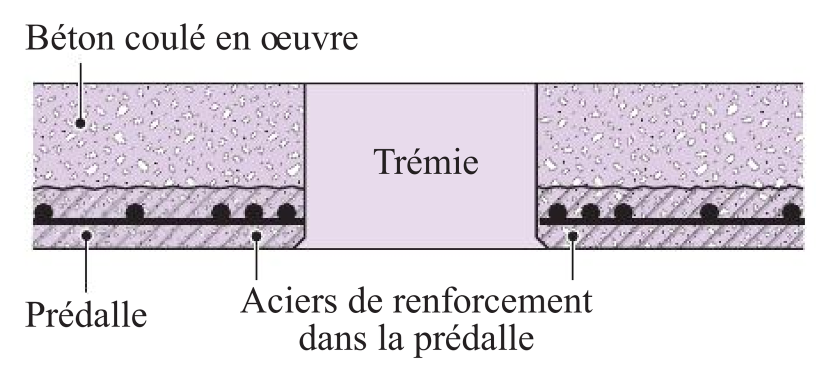
Les prédalles sont des dalles minces armées fabriquées en usine ou sur chantier (a). Elles servent de coffrage permanent à la partie inférieure du plancher, et de support pour la dalle en béton coulée en œuvre. Elles prennent appui sur les murs ou les poutres destinées à les soutenir (b). Elles permettent d'éviter tout coffrage et présentent de nombreux avantages : rapidité de mise en œuvre, pose aisée des éléments incorporés dans le plancher tels que les fourreaux électriques, suppression de l'opération de décoffrage, etc.
Toutefois, leur mise en œuvre impose d'anticiper :
- la solidarisation des prédalles entre elles pour éviter l'apparition de fissures au droit du joint (c) ;
- la mise en place des réservations lors de la fabrication des prédalles ;
- l'étude d'un calepinage pour les ouvrages complexes.



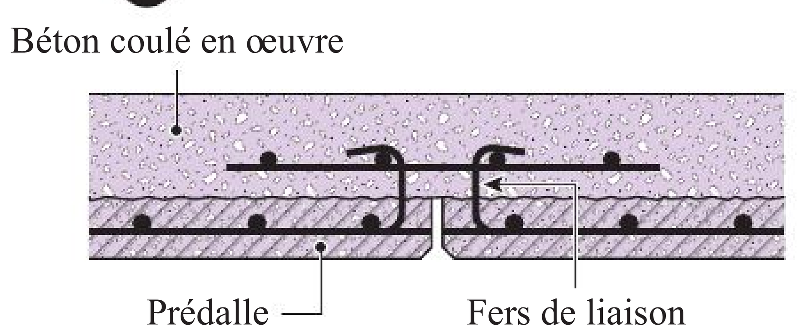
b **Éléments d'un plancher à prédalle**



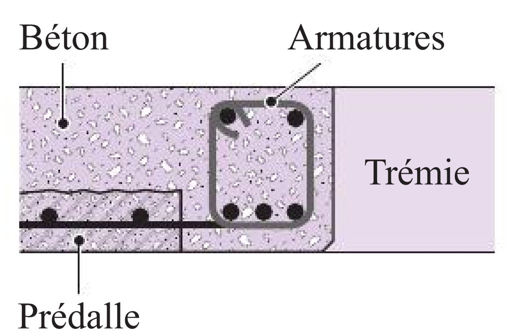
Coupe verticale
a **Plancher à prédalle**



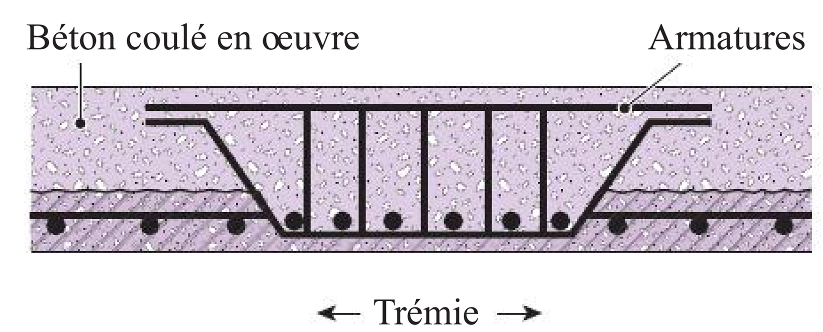
Trémie d'une largeur < 60 cm



Coupe au droit d'un joint de prédalles
c **Liaisons latérales entre prédalles**



Coupe parallèle à la portée

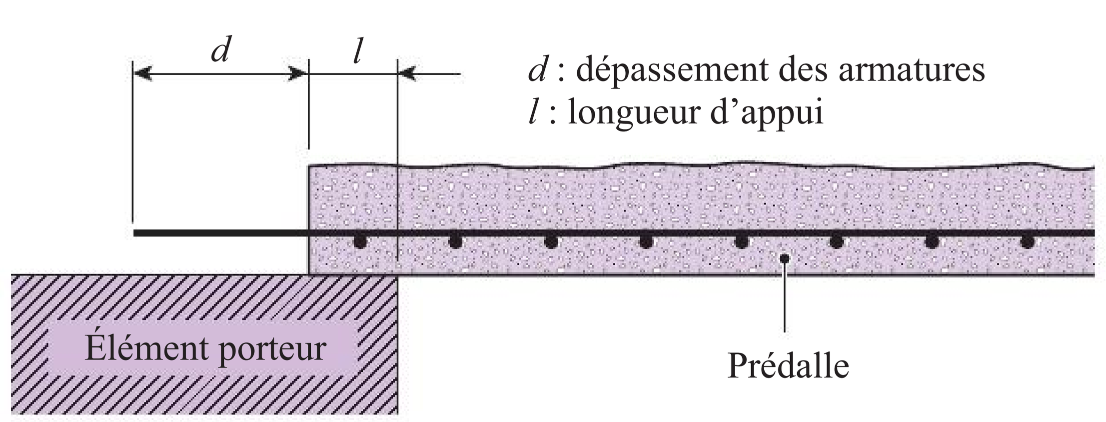


Coupe perpendiculaire à la portée

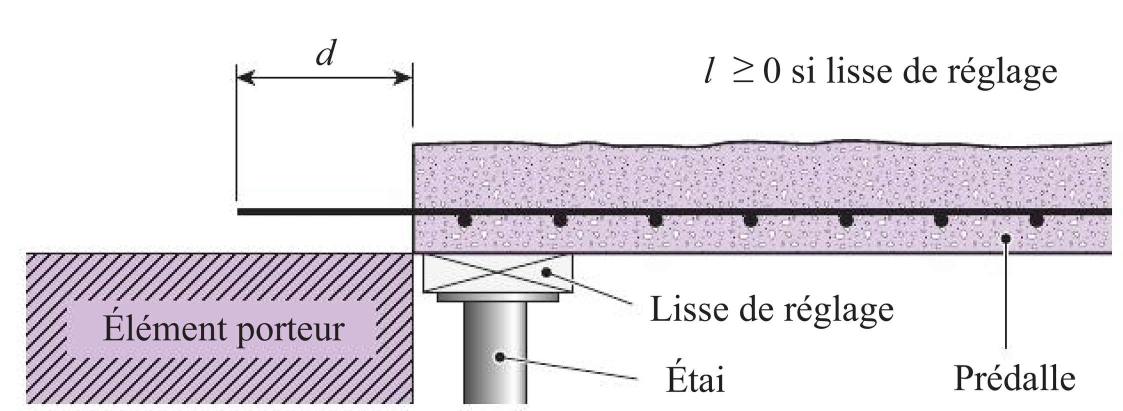
Autres cas : renforts dans le béton coulé en place

Conditions d'appui des prédalles

Les conditions d'appui correspondent à la longueur minimale de repos de la prédalle (a) sur l'élément porteur à savoir :
- pour les prédalles avec étaiement : ≥ 2 cm sur les murs en béton, ≥ 4 cm sur les murs maçonnés, ≥ 0 cm si pose sur lisse de réglage (b) ;
- pour les prédalles posées sans étaiement quelle que soit la nature du support : ≥ 3 cm si la longueur de la prédalle est ≤ 5 m et ≥ 4 cm si la longueur de la prédalle est > 5 m.



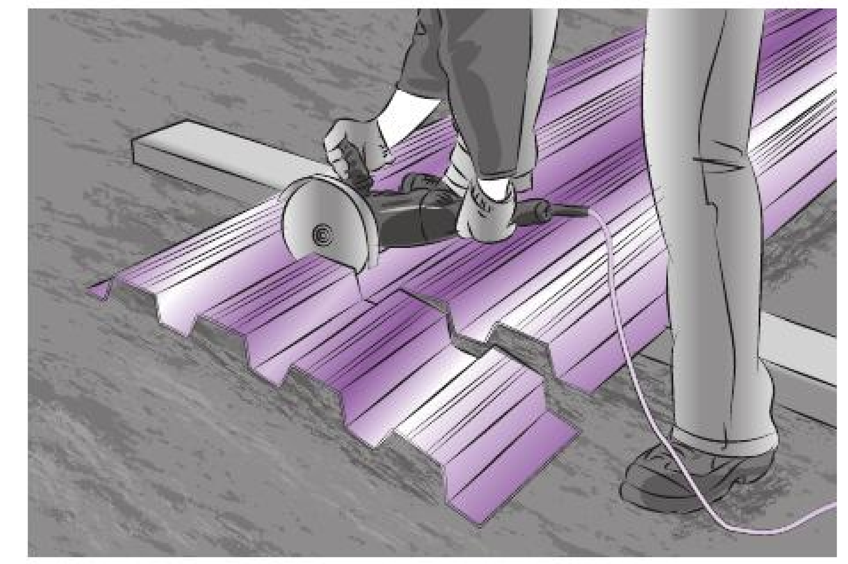
a **Cas courant**



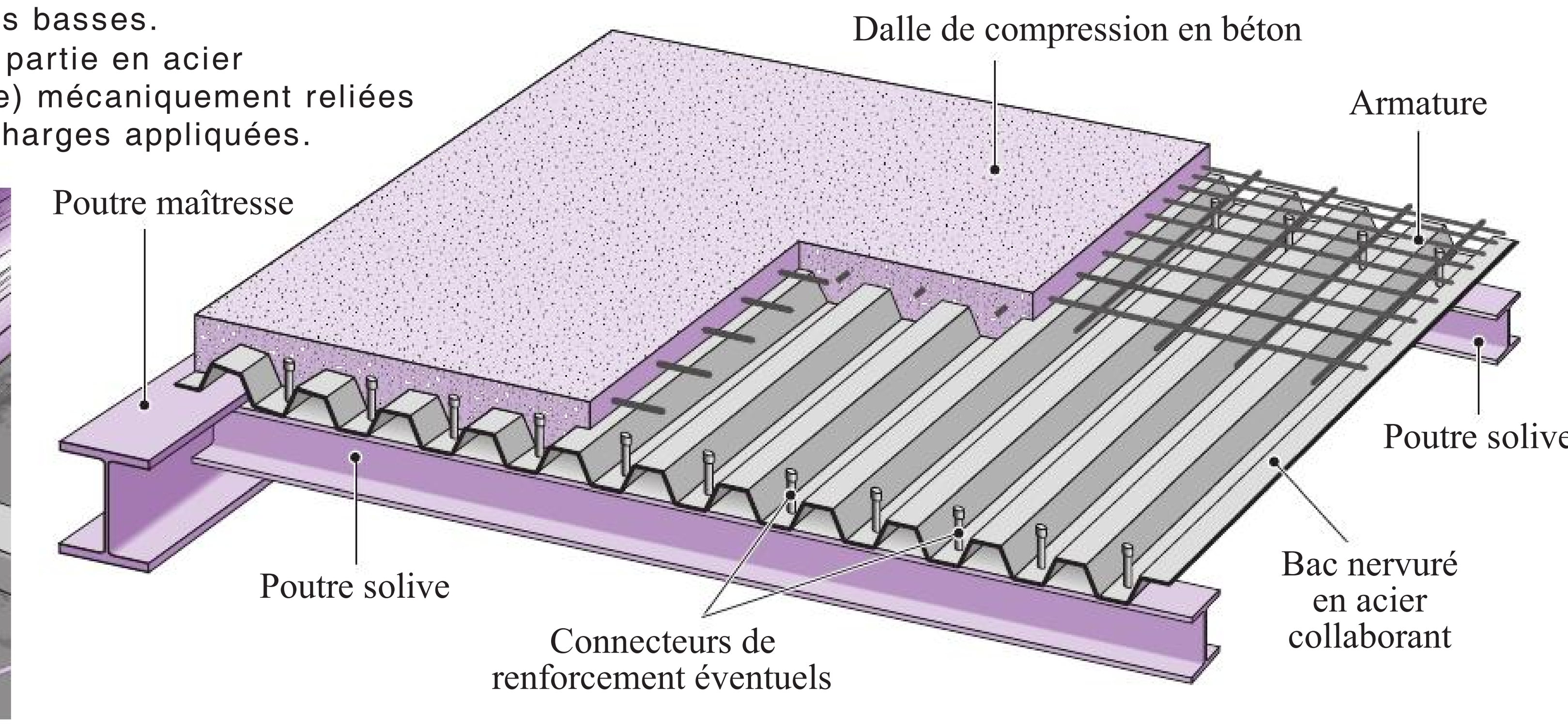
b **Cas avec lisse de réglage**

Éléments constitutifs d'un plancher collaborant et d'une poutre mixte

Les planchers à bacs collaborants sont coulés sur une armature qui repose sur des bacs nervurés en acier formant coffrage et participant à la résistance des ouvrages (a). Ils sont utilisés en réhabilitation en raison de leur facilité de pose et de leur système de liaison avec la structure. Les bacs nervurés en tôle d'acier sont découpés sur le chantier (b), puis fixés sur un ensemble porteur constitué de poutres et de solives (c).
Ce type de plancher présente plusieurs avantages :
- les bacs acier sont pris en compte dans le calcul de dimensionnement du plancher ;
- ils servent de platelage de chantier et de coffrage perdu à la dalle de répartition en béton ;
- un seul treillis métallique peut servir d'armature à la dalle béton, en complément des nervures du bac qui font office d'armatures basses.
Les poutres mixtes (d) sont constituées d'une partie en acier (poutrelle) et d'une partie en béton armé (dalle) mécaniquement reliées afin de résister d'une manière commune aux charges appliquées.



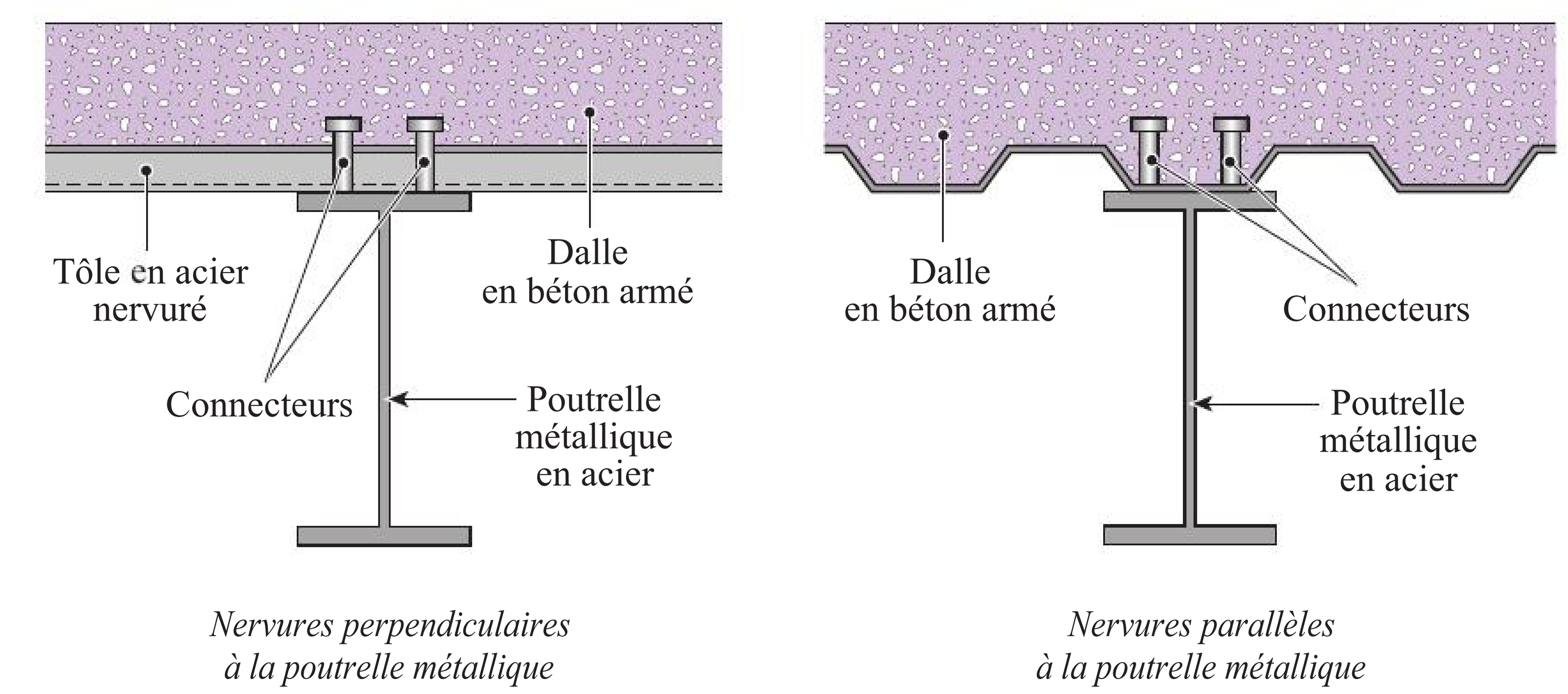
b **Découpage des tôles nervurées en acier**



a **Éléments d'un plancher collaborant**



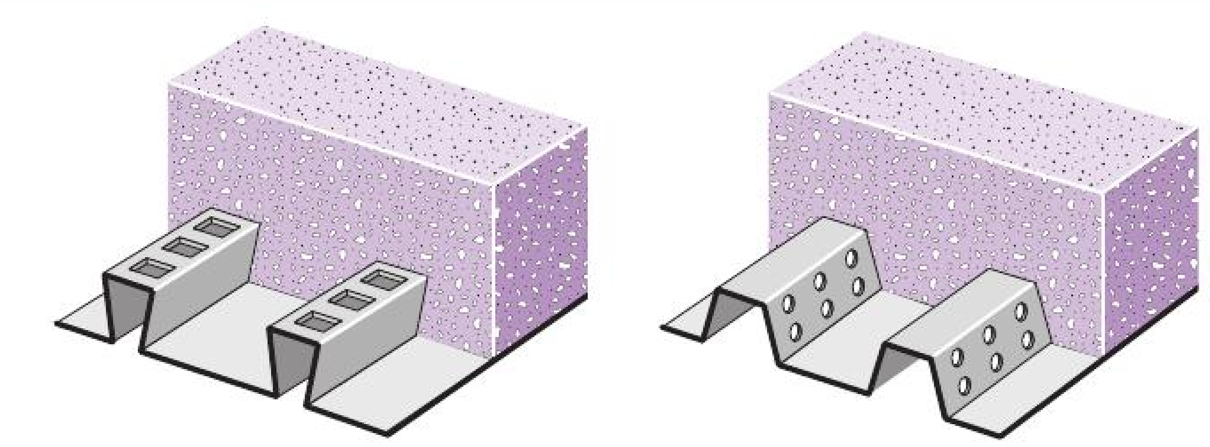
c **Fixation des tôles nervurées en acier**



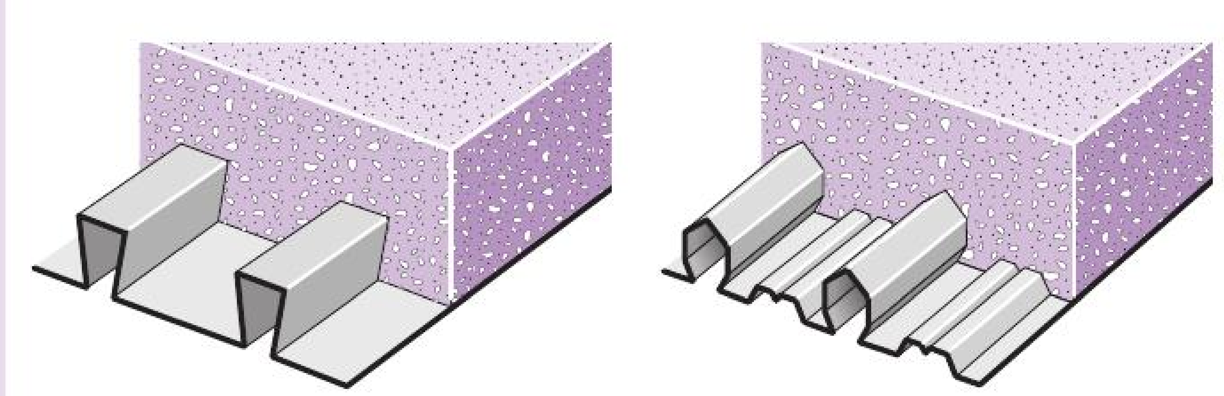
d **Coupes sur poutre mixte acier/béton**

Liaison et ancrage du béton à la tôle en acier

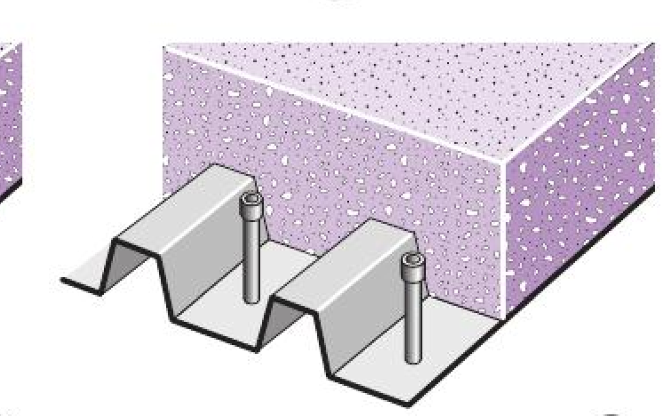
L'adhérence du béton avec le bac peut être renforcée par des dispositions appropriées telles que :
- des bossages ou embossages (a) qui limitent les possibilités de glissement en favorisant une liaison mécanique ;
- des formes rentrantes (b) qui limitent les glissements en favorisant une liaison par frottement.
Lorsque la résistance au cisaillement est insuffisante, il est possible de l'améliorer en réalisant des ancrages aux extrémités des portées des dalles au moyen :
- de goujons soudés formant des connecteurs (c) ;
- d'une déformation des nervures à l'extrémité de la tôle (d).



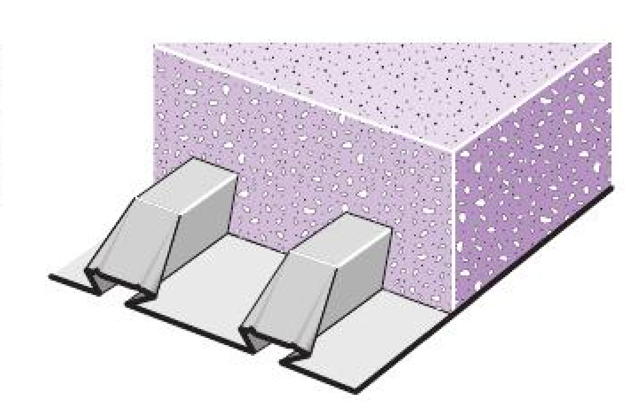
a **Liaison mécanique par déformation du profil**



b **Liaison par profils à formes rentrantes**



c **Ancrage par goujons soudés**



d **Déformation de l'extrémité des nervures**

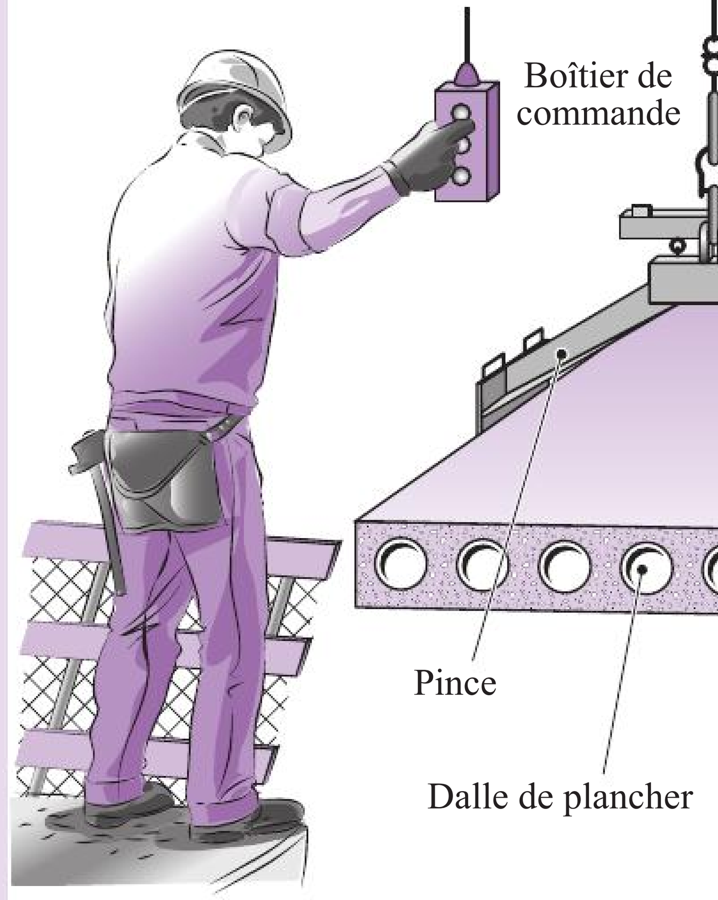
Comment ça marche

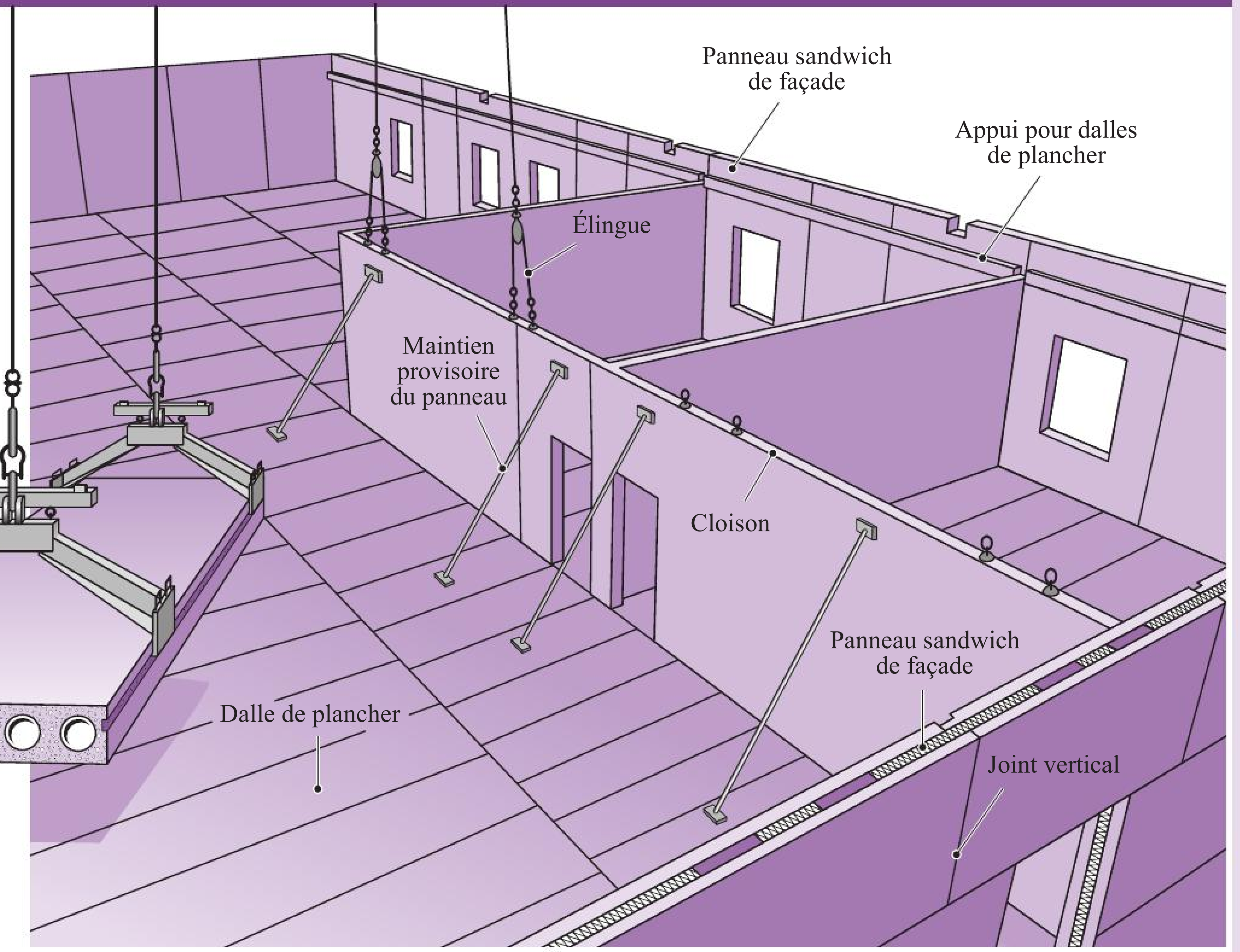
Béton préfabriqué

L'assemblage d'éléments préfabriqués lourds en béton est utilisé pour les ouvrages répétitifs industrialisés. Ils se caractérisent par des joints apparents entre les pièces préfabriquées et par une qualité d'exécution et de finition particulièrement soignée. Une phase de calepinage permet de définir les caractéristiques géométriques et les asssemblages de chaque élément à réaliser. La préfabrication permet tout type de parement : brut de décoffrage, sablé ou désactivé, bouchardé, poli mat ou brillant, etc.

Vocabulaire et éléments d'une construction préfabriquée

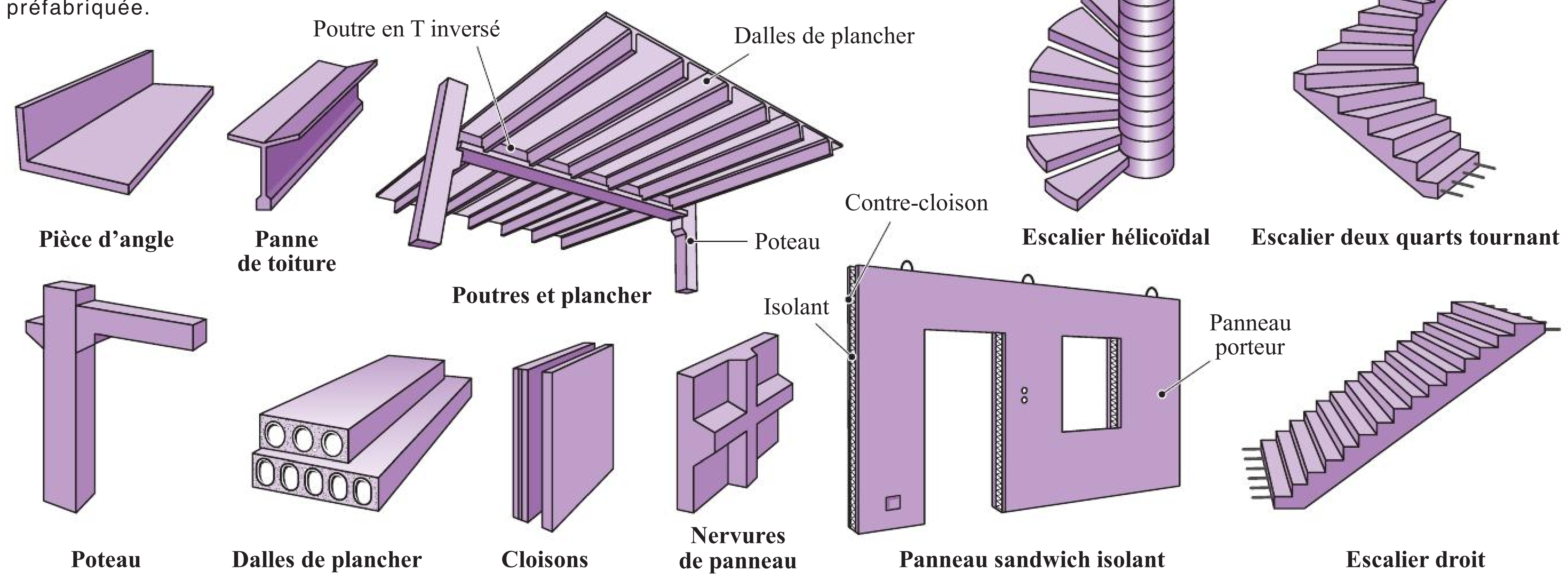
Les besoins du maître d'ouvrage définissent précisément les éléments architecturaux permettant de choisir les types d'assemblages et de joints. Une étude du transport des éléments sur le chantier prend en compte la livraison impérative des éléments à des dates précises afin de ne pas retarder l'avancement des travaux. La manutention des éléments est assurée par des engins de levage et de préhension adaptés.





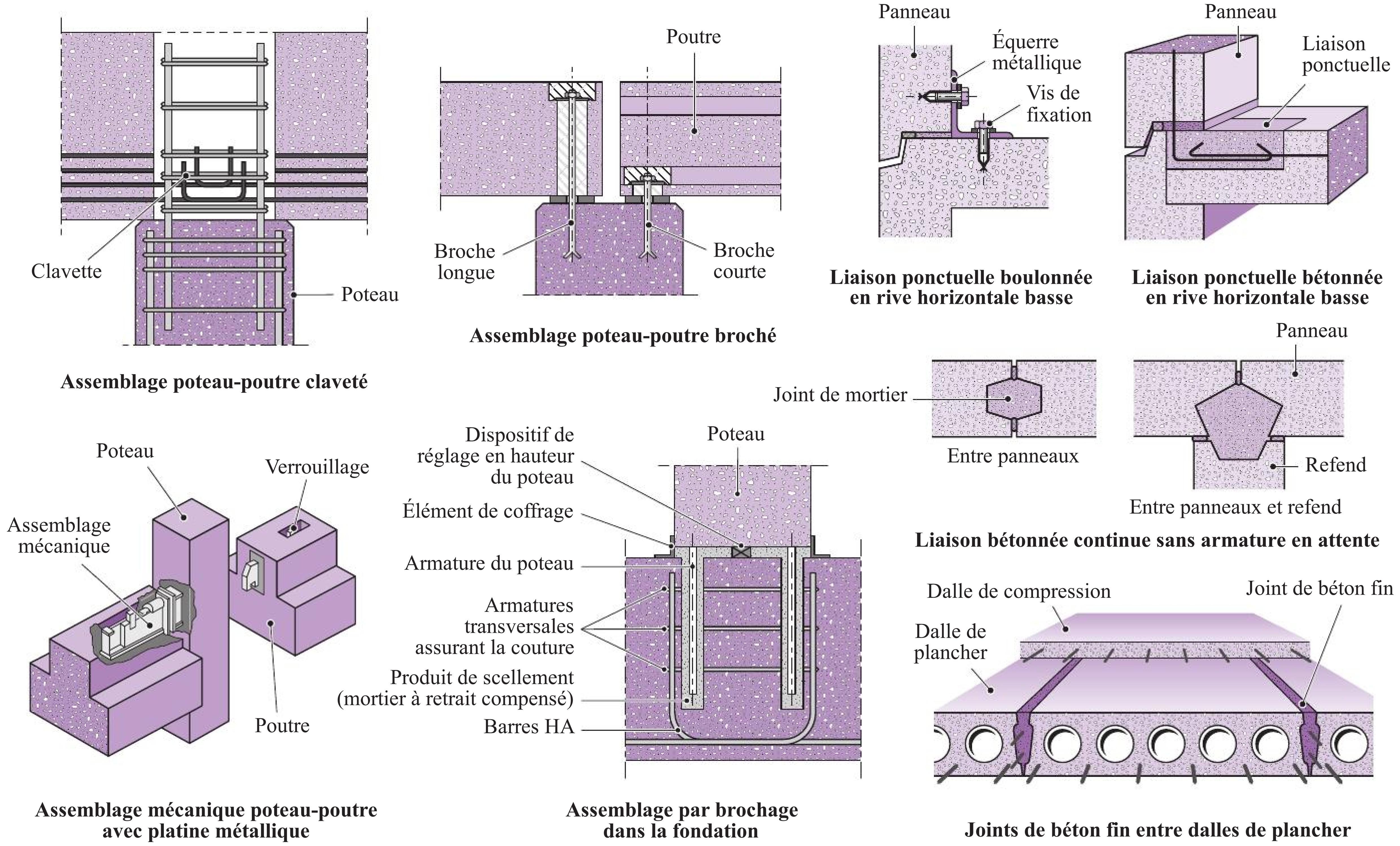
Éléments préfabriqués

Les panneaux, porteurs ou non, ont une épaisseur uniforme ou sont nervurés. Ils peuvent être complétés du côté intérieur par un complexe isolant et une cloison de doublage. Les poteaux, poutres, dalles de planchers et escaliers sont les éléments principaux d'une construction préfabriquée.



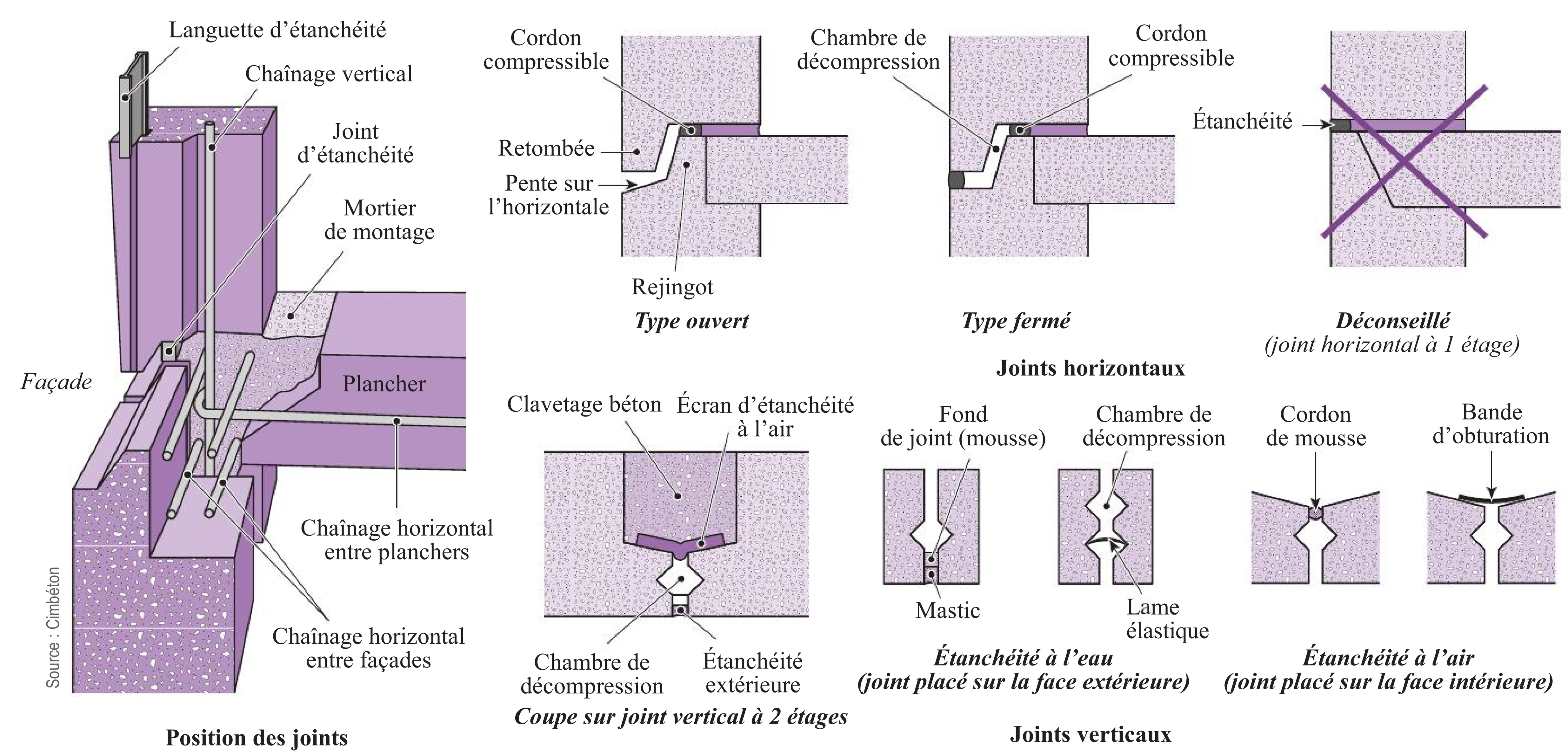
Liaisons entre les éléments préfabriqués

Les panneaux préfabriqués sont soumis à différents efforts dus à leur poids, à l'action du vent, à la dilatation et au retrait. Ils sont reliés entre eux et avec les poteaux, planchers, refends et autres éléments de structure par des liaisons continues ou ponctuelles assurant leur stabilité.



Joints d'étanchéité

Les joints horizontaux et verticaux des panneaux préfabriqués lourds doivent être remplis par des matériaux de jointoiement afin d'assurer l'étanchéité à l'eau et à l'air de la paroi.



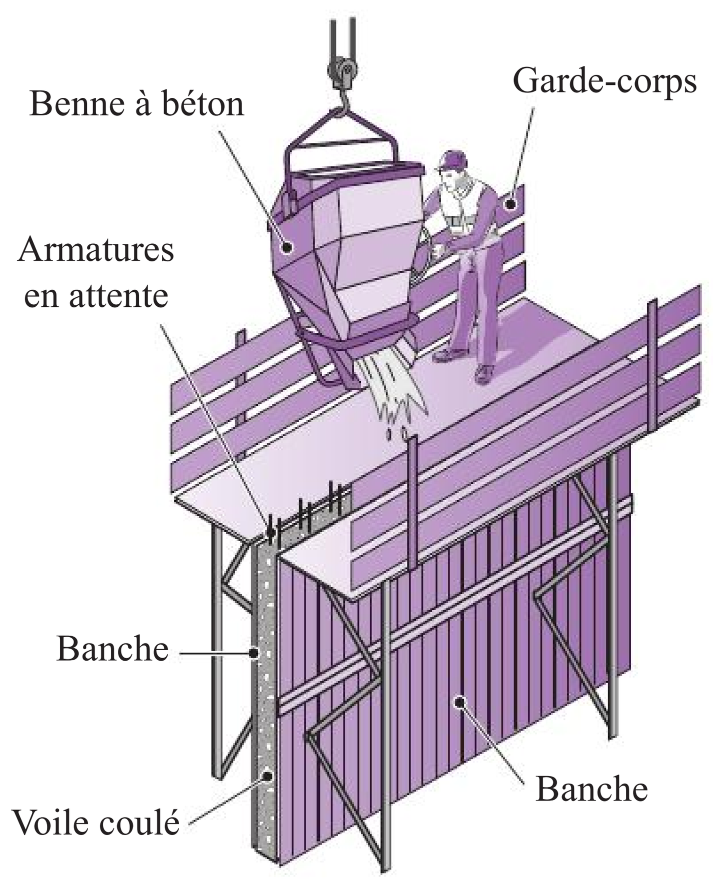
Comment ça marche

Béton banché

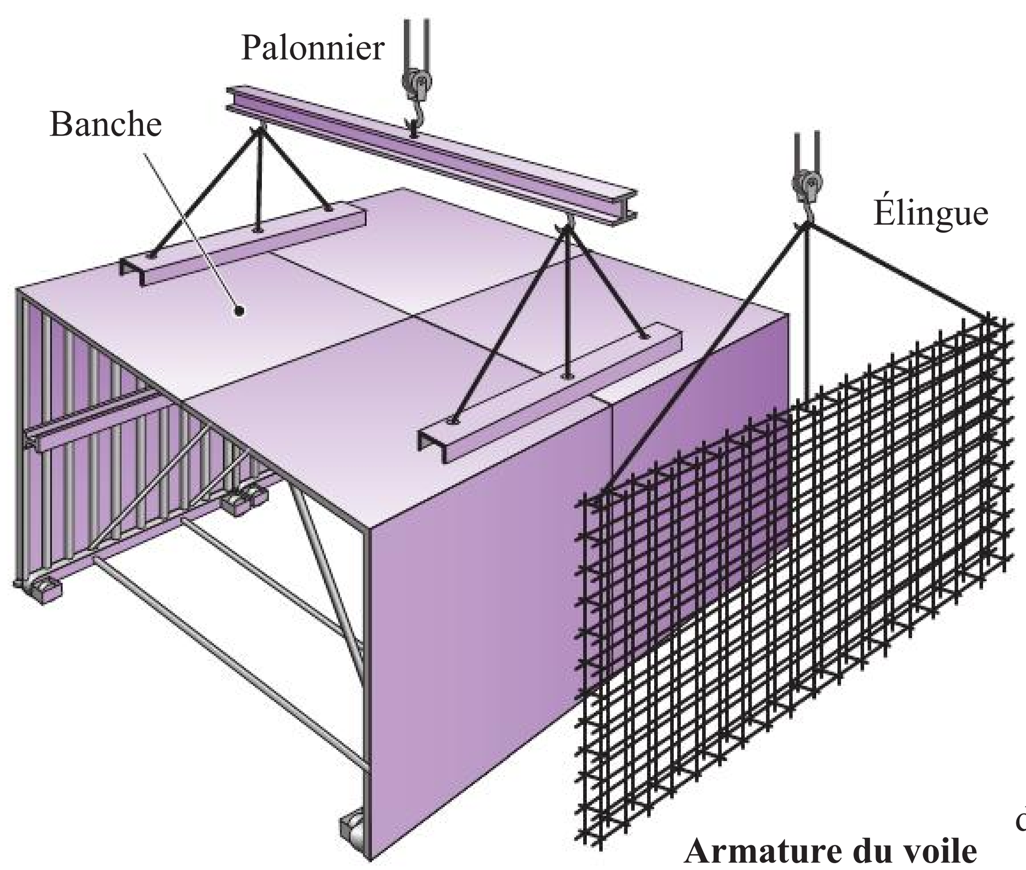
Les murs en béton banché sont des ouvrages coulés dans des coffrages industriels appelés « banches ». Ils comprennent des armatures qui contribuent à la résistance du mur. Les banches sont généralement utilisées pour la construction de bâtiments importants car leur manutention nécessite des engins de levage. Elles permettent un gain de temps et de qualité dans la réalisation de ces ouvrages, et peuvent être réutilisées.

Principe

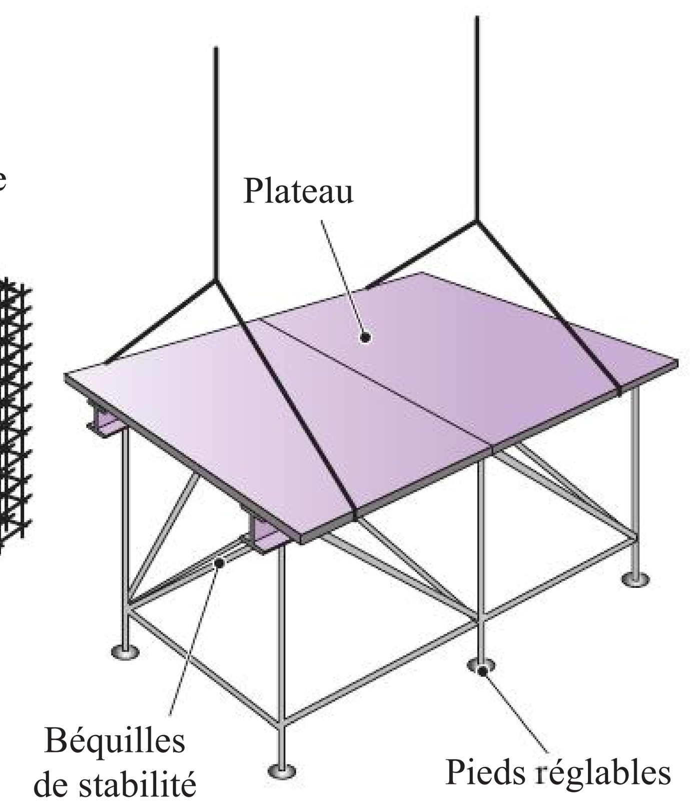
Les banches (a) et coffrages tunnel (b) comportent des panneaux de pleine hauteur d'étage. Les tables moulantes (c) se servent également de ces principes, sur un seul panneau horizontal, pour faire des planchers-dalles. Elles se composent d'une peau (en bois, en composite ou en métal) qui peut donner une forme de relief de façade au voile coulé, de raidisseurs, de pieds permettant la stabilité et le réglage, d'une passerelle contribuant à la sécurité du bétonnage, d'une échelle d'accès à la passerelle et de différents boulons et pièces de liaison. Une fois l'aplomb et l'alignement contrôlés, les armatures sont mises en place (treillis soudés, chaînages, etc.). Le béton est ensuite coulé et vibré.



a Coulage du béton entre deux banches



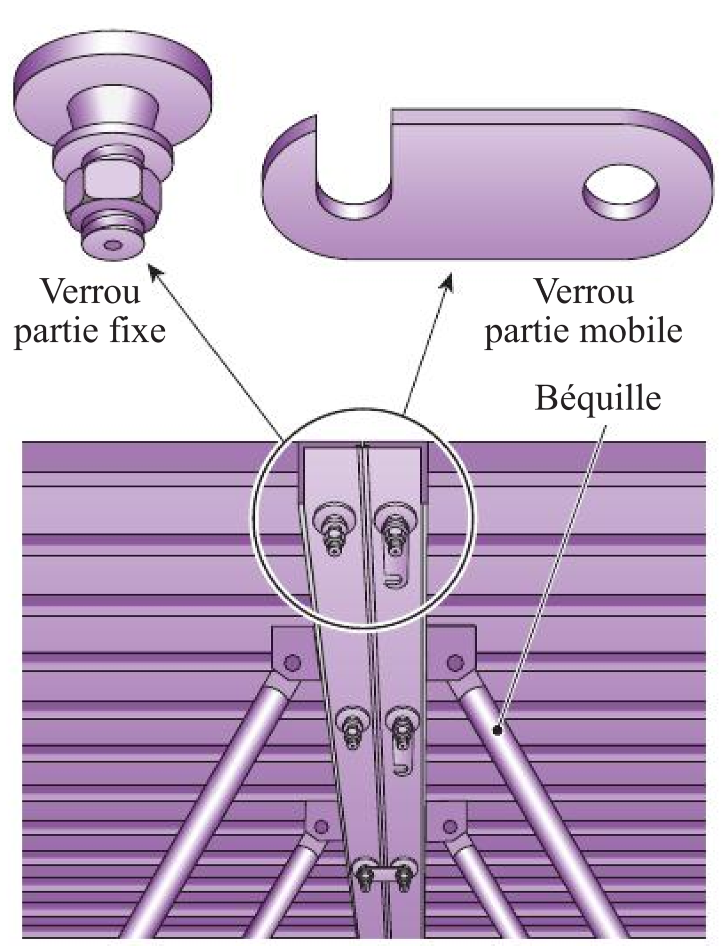
b Coffrages tunnel assemblés par quatre



c Table moulante

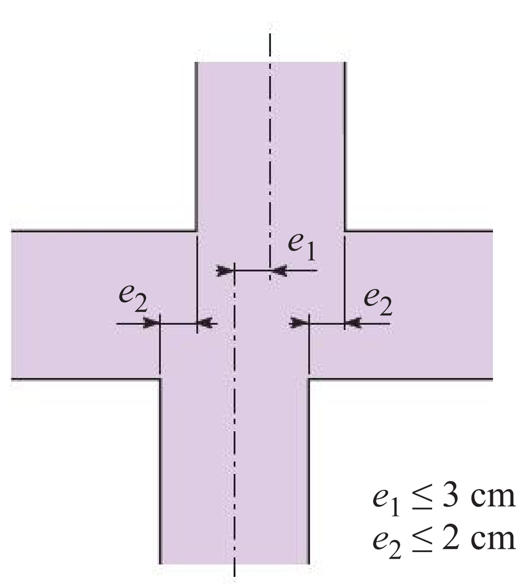
Verrouillage et stabilité

Des verrous à clé assurent l'affleurement des panneaux. Une béquille assure la stabilité et le soutien. Les vérins, en partie basse, permettent le réglage en hauteur.

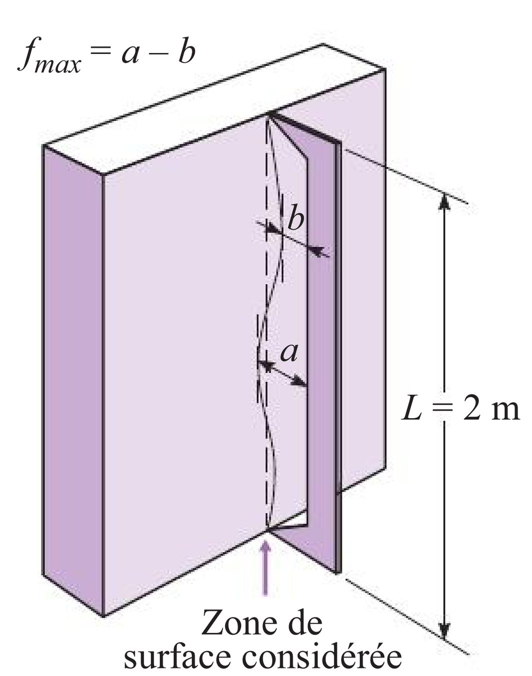


Tolérances géométriques et d'aspect

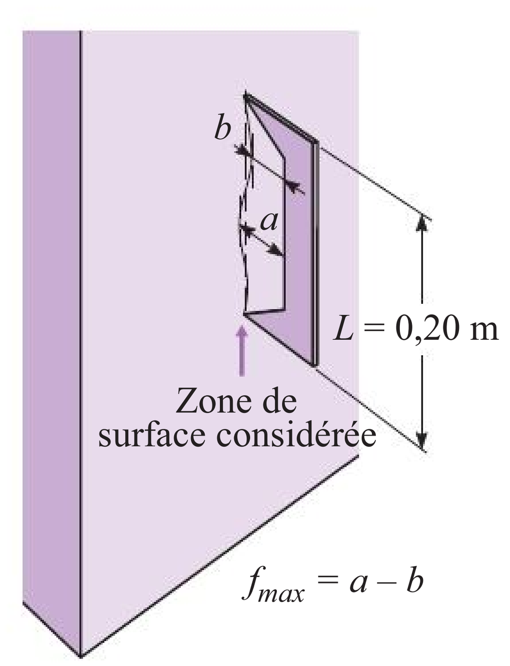
La normalisation fixe les tolérances admises pour l'implantation des parois ayant un même plan axial, ainsi que celles relatives à un niveau, aux écarts d'implantation des parois simples, à l'état de surface ainsi qu'à la planéité du parement. Les murs en béton banché sont classés en fonction de l'état de leur surface (élémentaire, ordinaire, courant, soigné).



Écart d'implantation des parois ayant un même plan axial



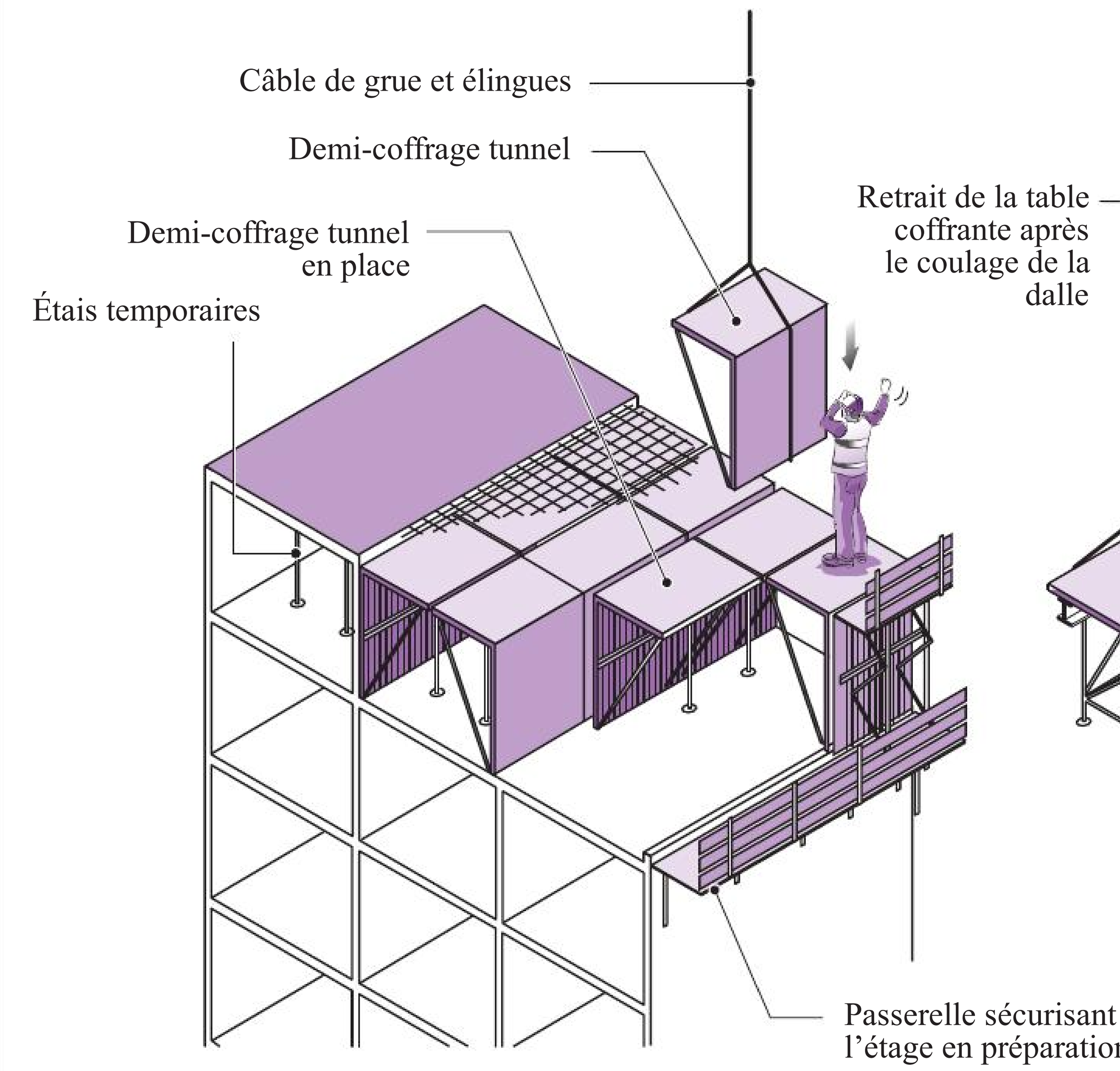
Planéité d'ensemble



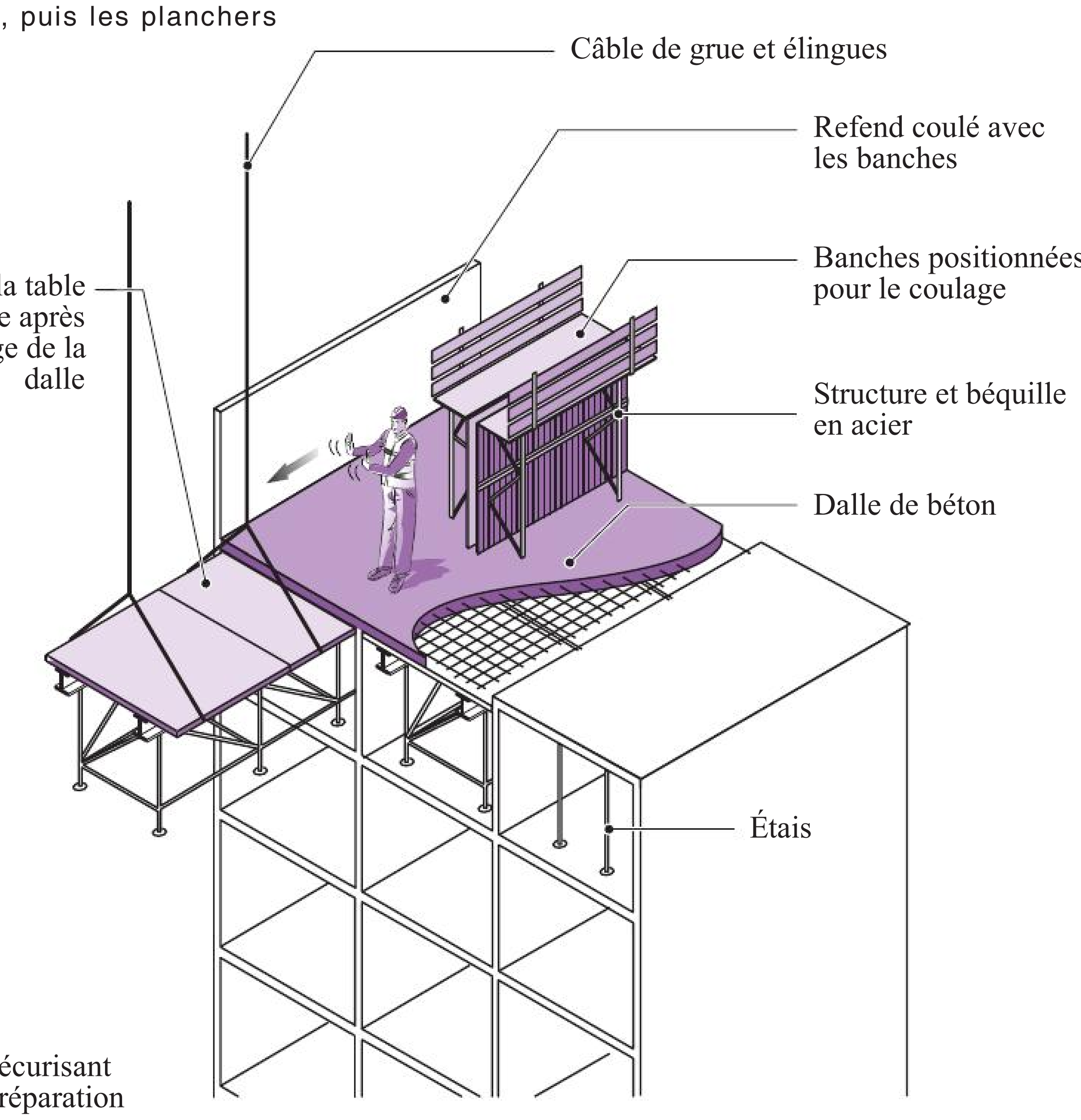
Planéité locale

Mise en œuvre des banches, tables et tunnels

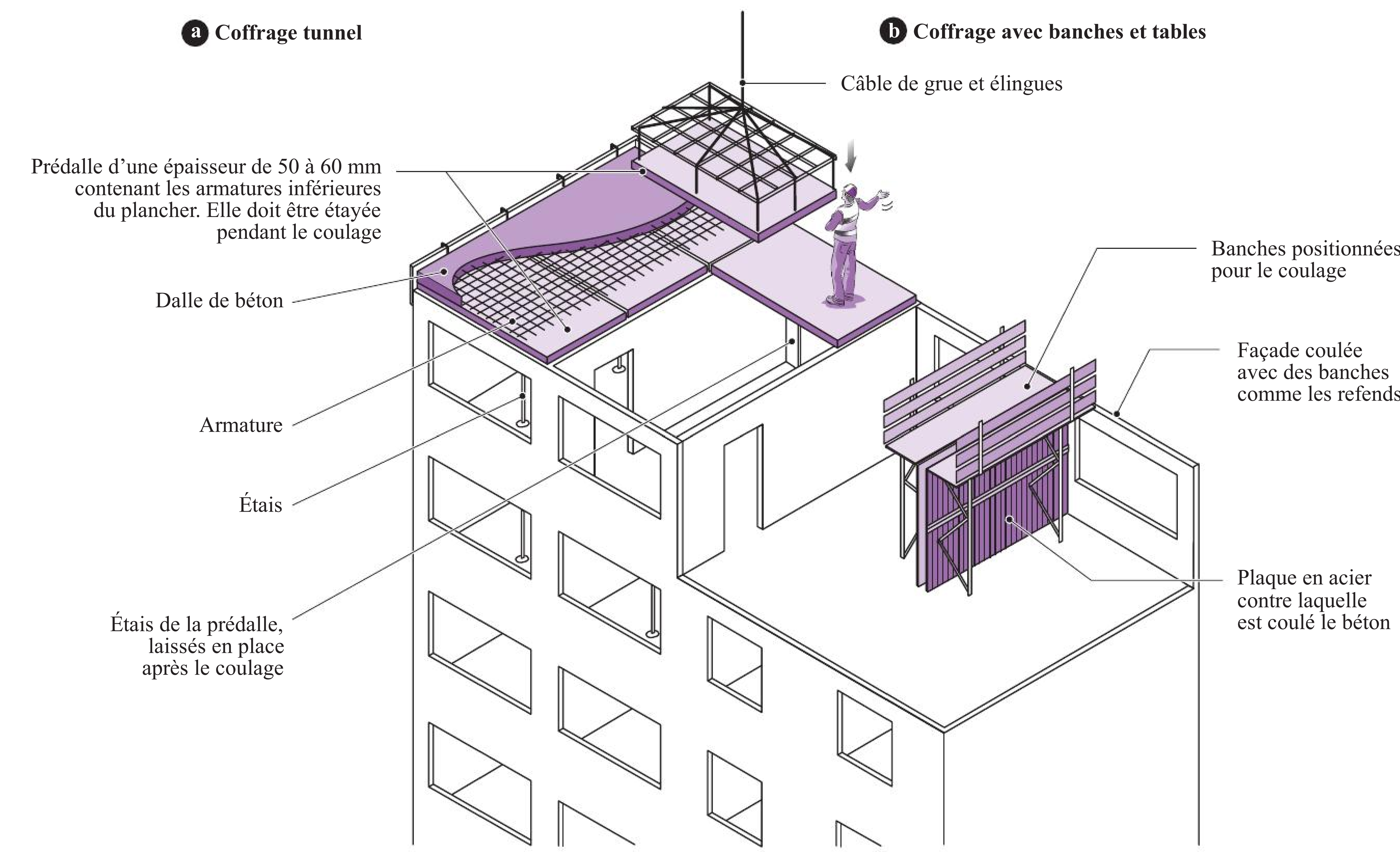
Trois procédés de coffrage permettant le coulage de murs banchés et de dalles pleines sont à distinguer :
- le coffrage tunnel, qui permet de couler simultanément les voiles et les planchers (a) ;
- les banches et tables, qui permettent de couler les voiles, puis les planchers (b) ;
- les banches et les prédalles, qui permettent de couler les voiles, puis les planchers à l'aide de prédalles qui restent en place (c).



a Coffrage tunnel



b Coffrage avec banches et tables



c Coffrage avec banches et prédalles

Comment ça marche

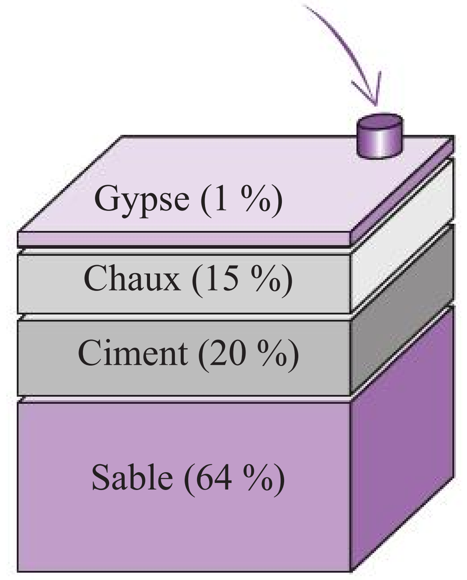
Béton cellulaire

Le béton cellulaire autoclavé est un matériau isolant porteur issu de la combinaison de deux techniques : la porogénèse et l'autoclavage. La porogénèse génère la porosité dans le matériau par entraînement d'air ou par réaction chimique. L'autoclavage est un traitement sous pression de vapeur d'eau qui confère au matériau sa résistance mécanique. Les domaines d'emploi des produits en béton cellulaire sont variés : construction de logements, locaux techniques, murs coupe-feu, aménagements intérieurs, etc.

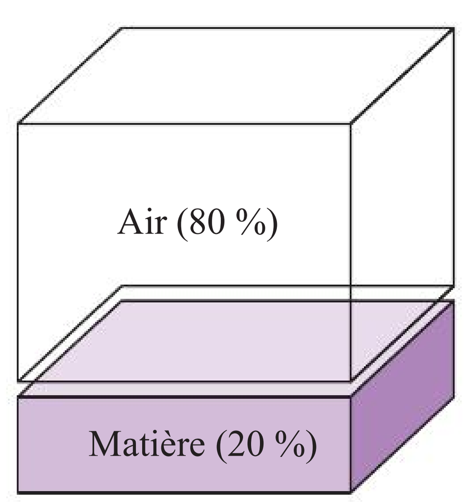
Composition et vocabulaire

Le béton cellulaire est composé de :
- 64 % de sable de quartz siliceux ;
- 20 % de ciment (CPJ 32,5) ;
- 15 % de chaux ;
- 1 % de gypse ;
- pâte ou poudre d'aluminium (agent d'expansion) ;
- l'eau.

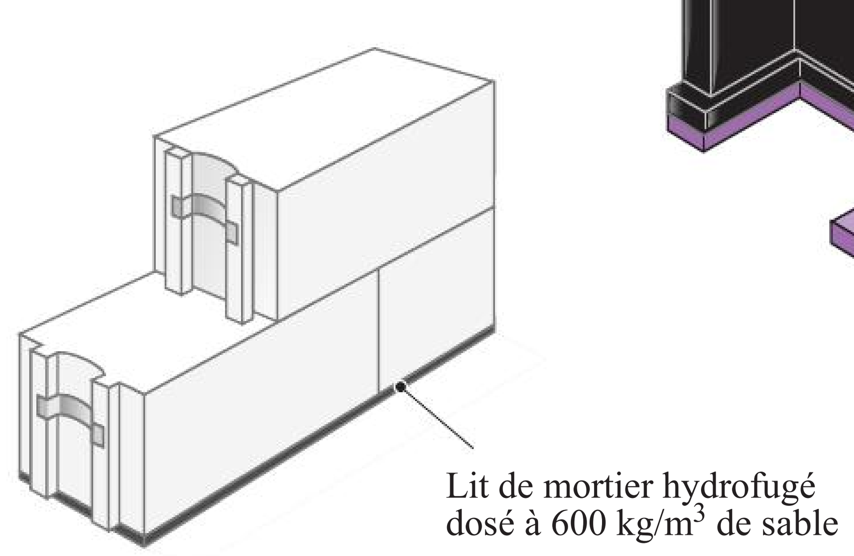
Avec 1 m^3 de matière première, on fabrique environ 5 m^3 de produit fini. 100 % des déchets avant autoclavage sont recyclés, et après autoclavage, plus de 90 % sont remis dans le cycle de fabrication.



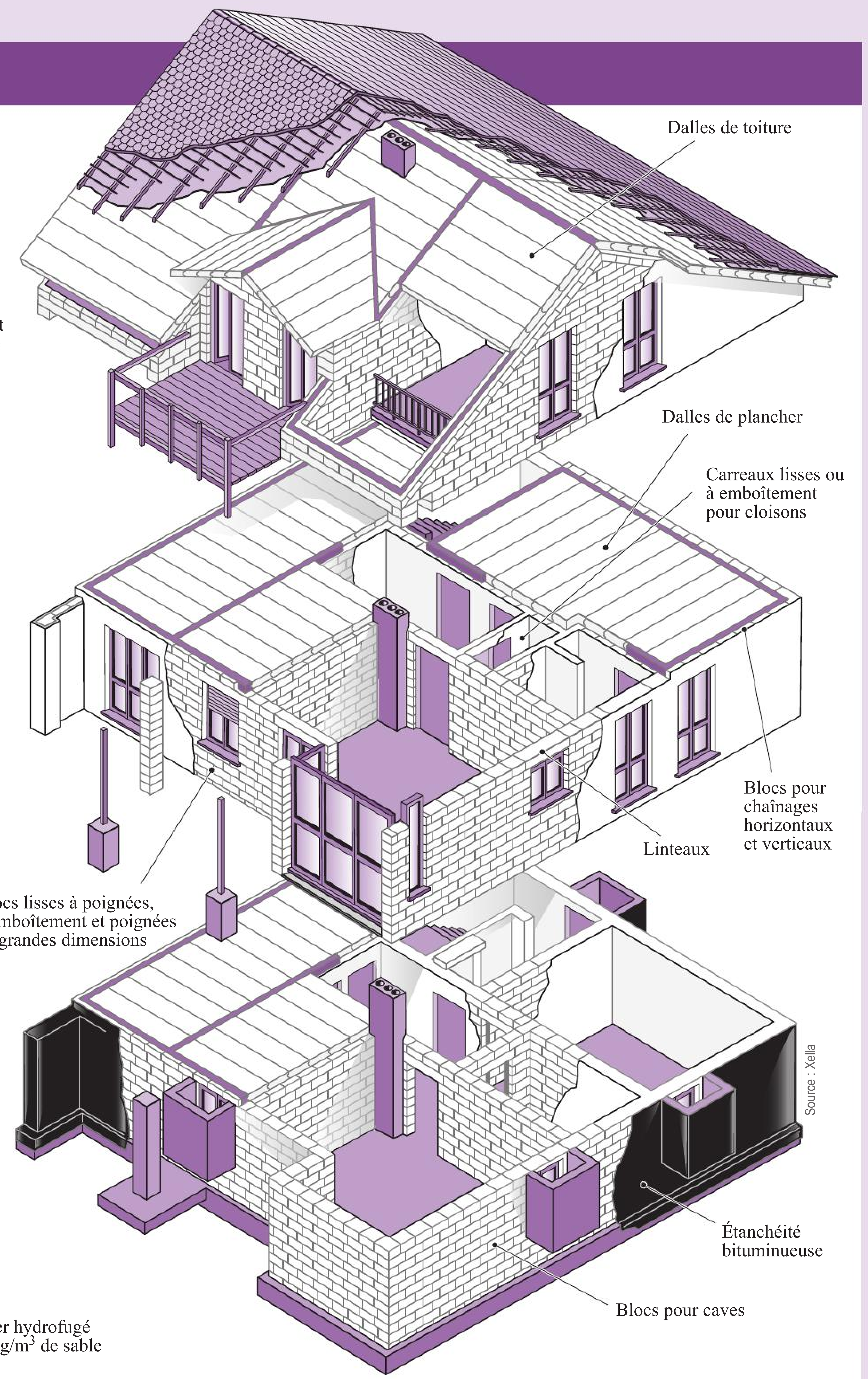
1 m³ de matière = 5 m³ de produit



1 m³ de béton cellulaire



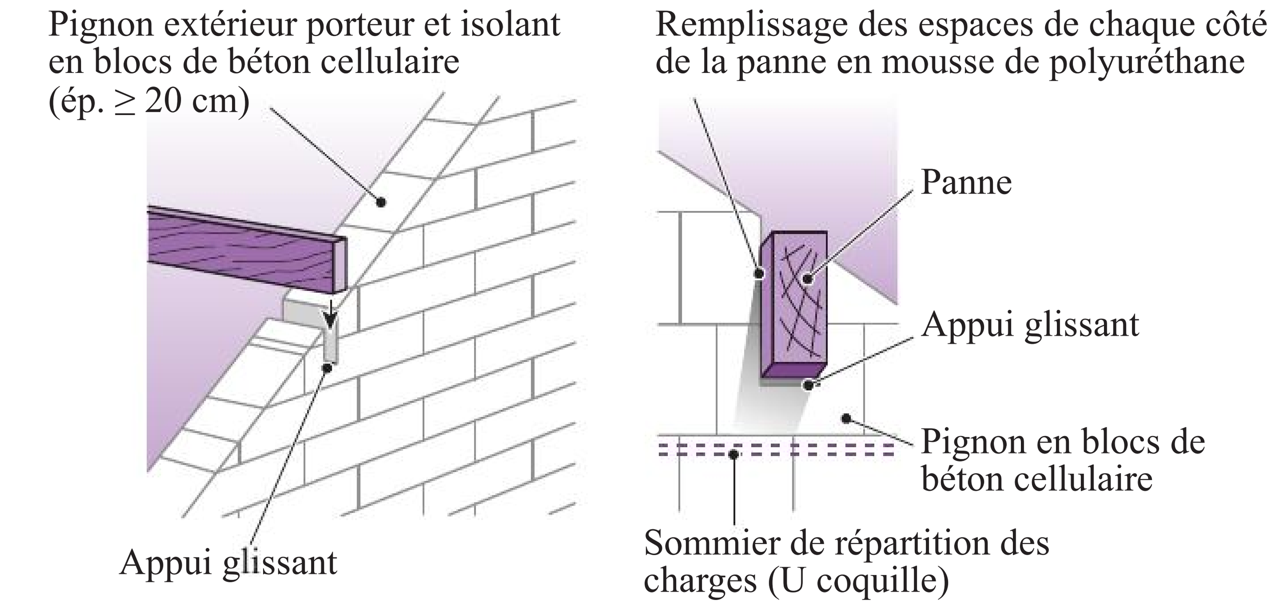
Blocs courants en béton cellulaire, à emboîtement et poignées



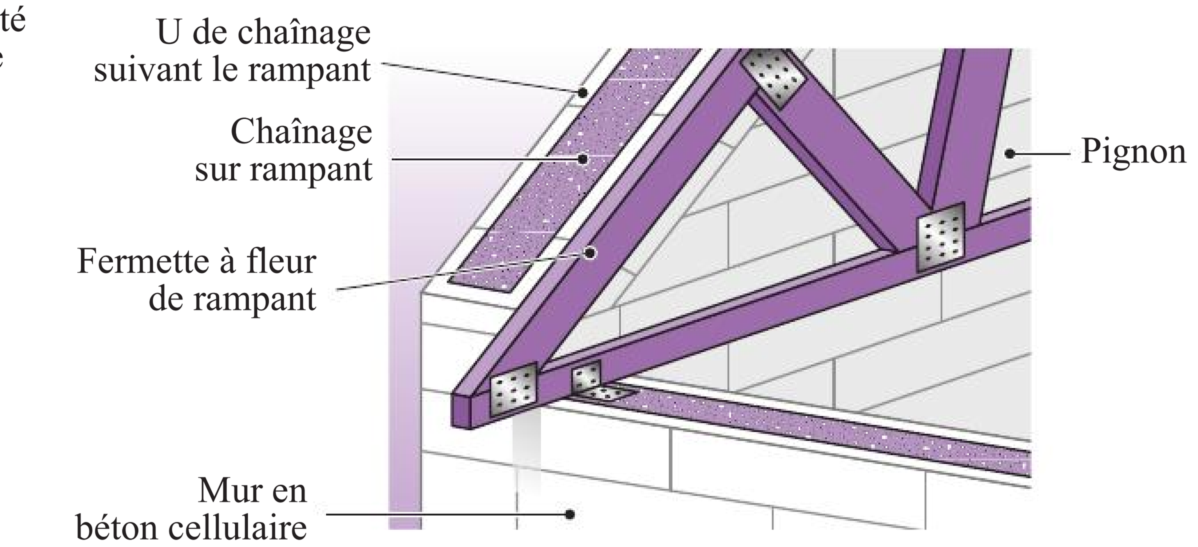
Éléments de construction en béton cellulaire

Points singuliers

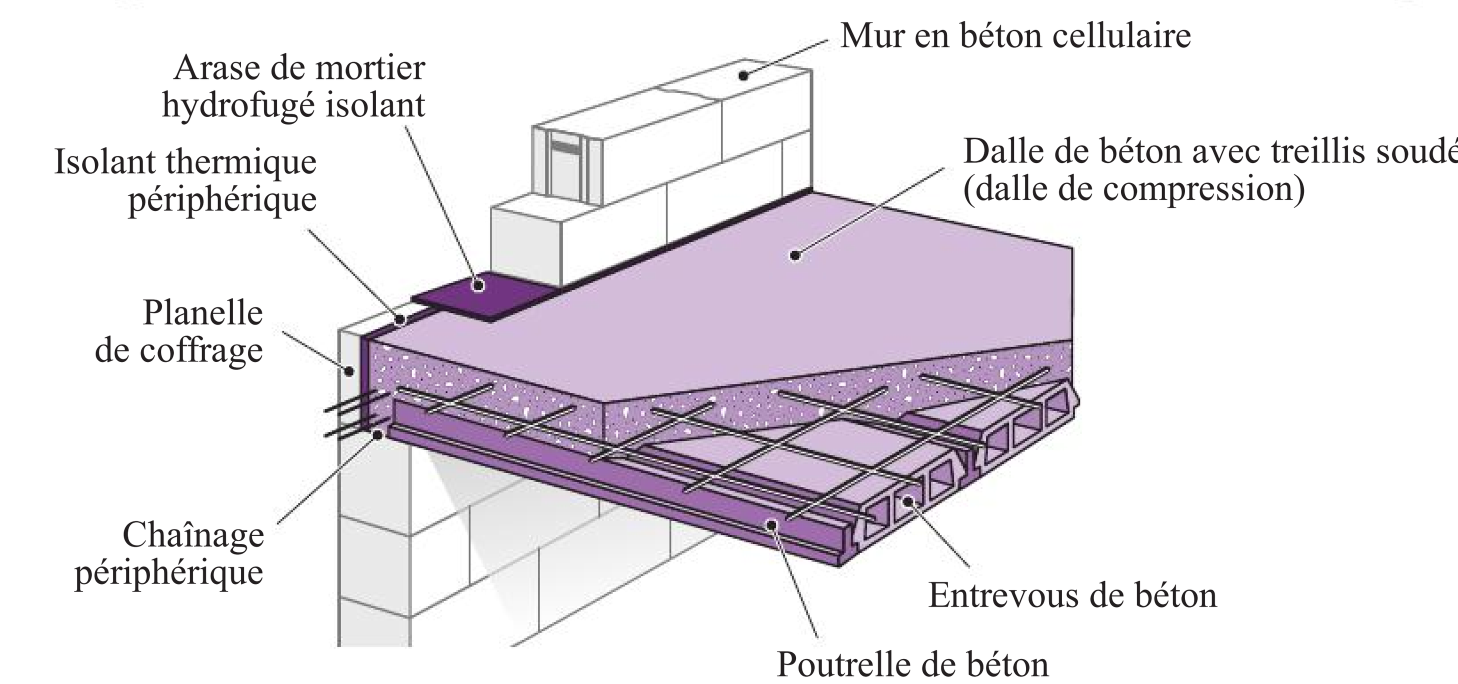
Points singuliers relatifs à la mise en œuvre des toitures traditionnelles (a), toitures en fermettes (b), planchers en béton armé (c), murs de remplissage (d), chaînages verticaux (e), menuiseries (f), tableaux (g), linteaux (h) et escaliers (i).



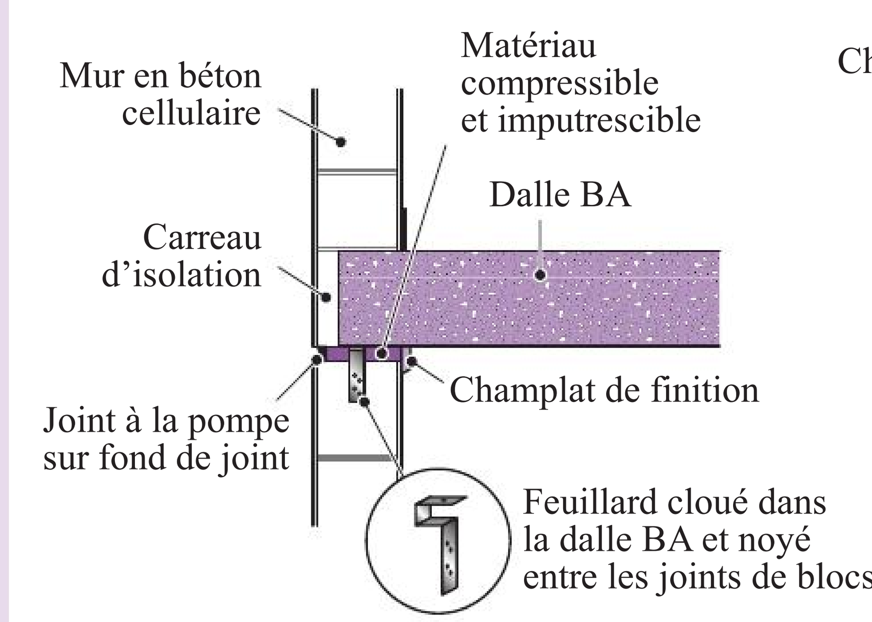
a Toiture traditionnelle sur mur porteur en béton cellulaire



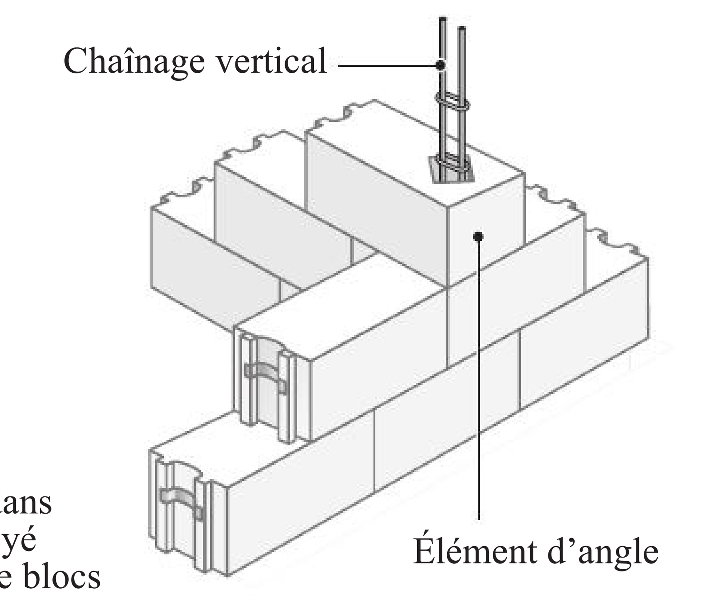
b Toiture en fermettes sur mur porteur en béton cellulaire



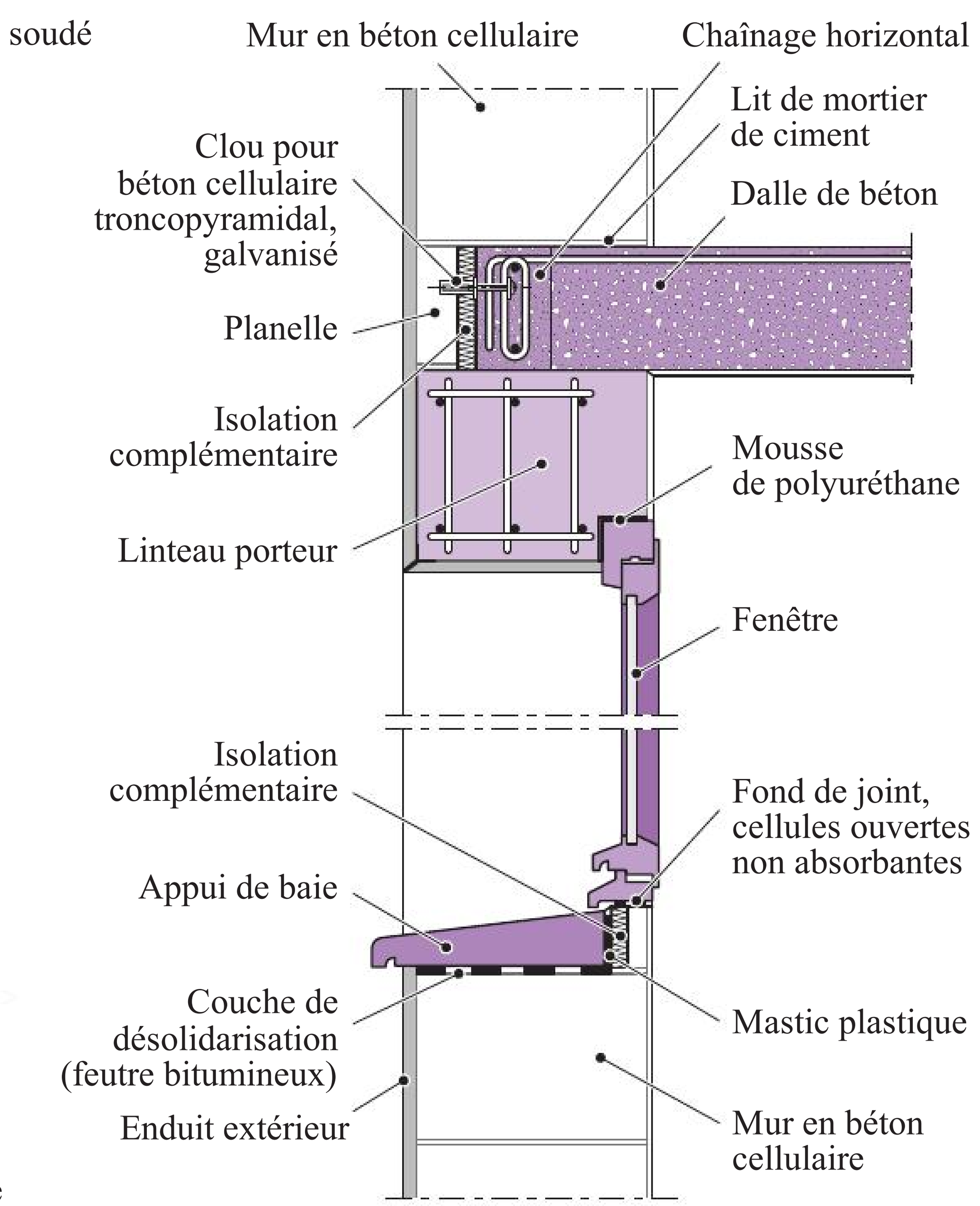
c Liaison du mur avec un plancher en béton armé



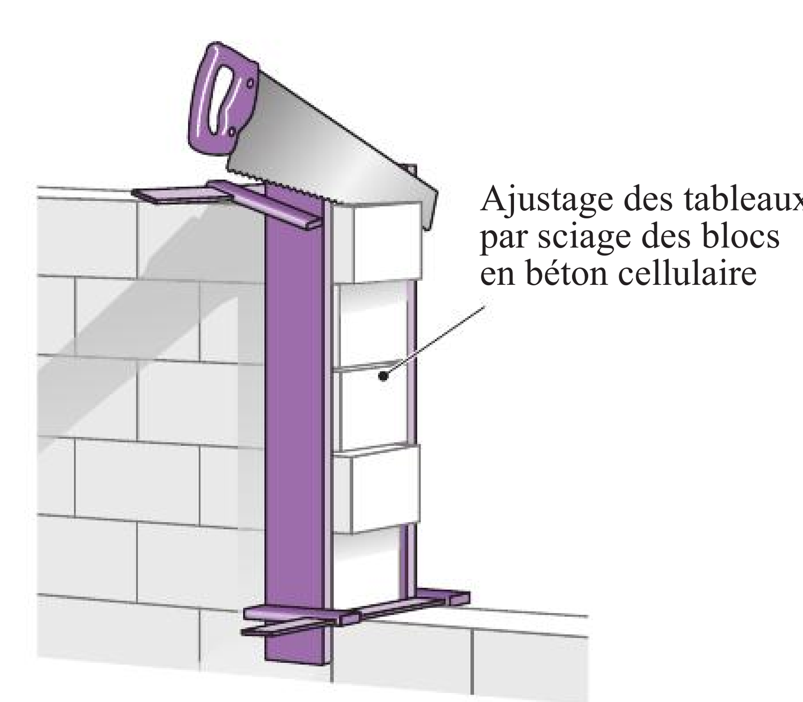
d Murs de remplissage



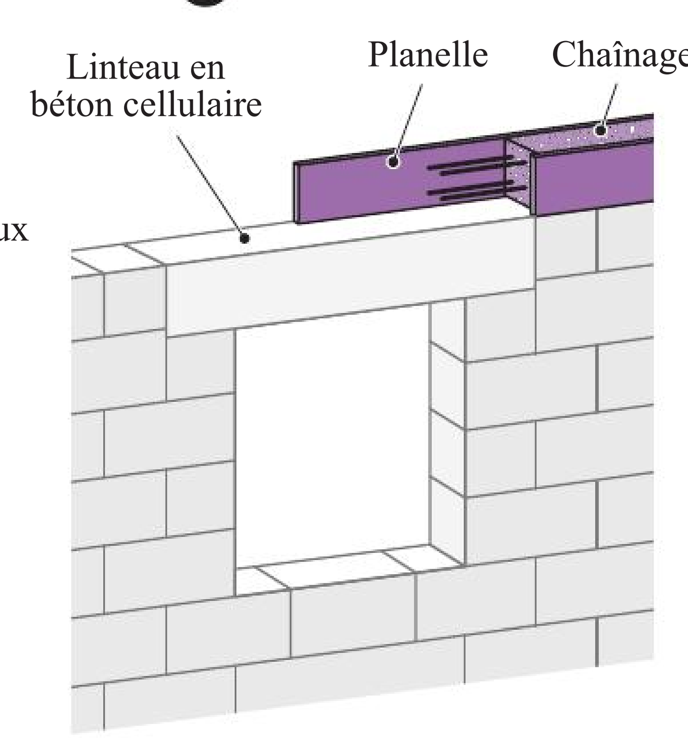
e Chaînage vertical



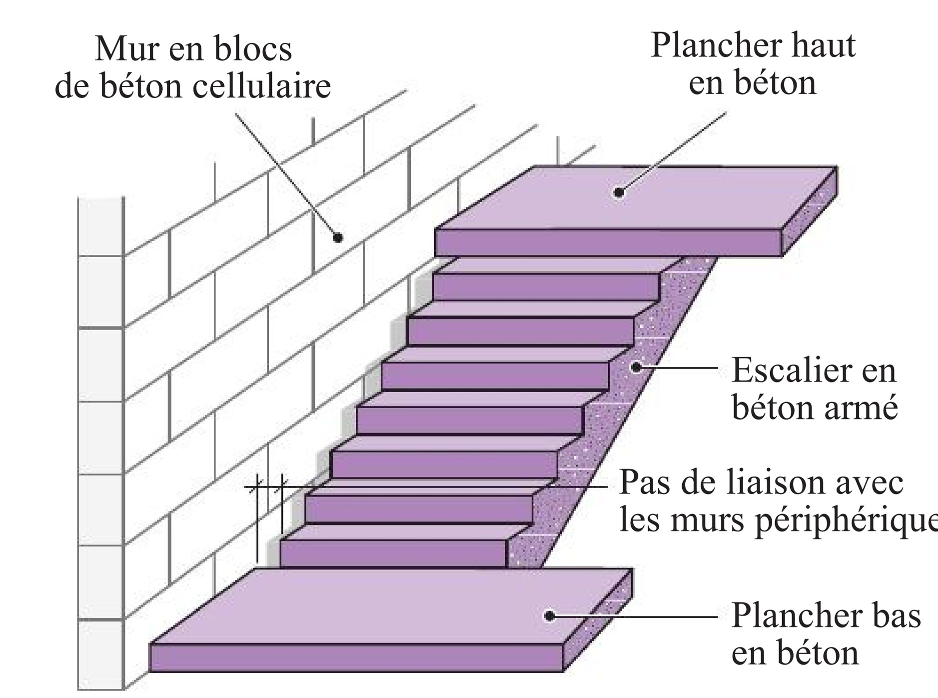
f Coupe sur menuiserie posée en feuillure



g Mise en œuvre des tableaux



h Linteaux en béton cellulaire



i Désolidarisation des escaliers

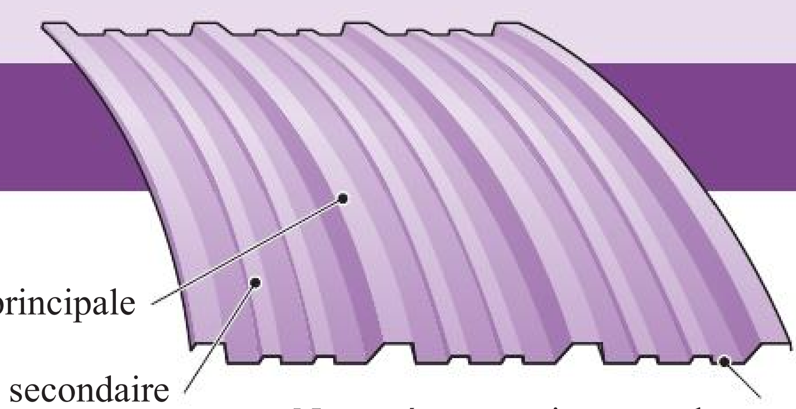
Comment ça marche

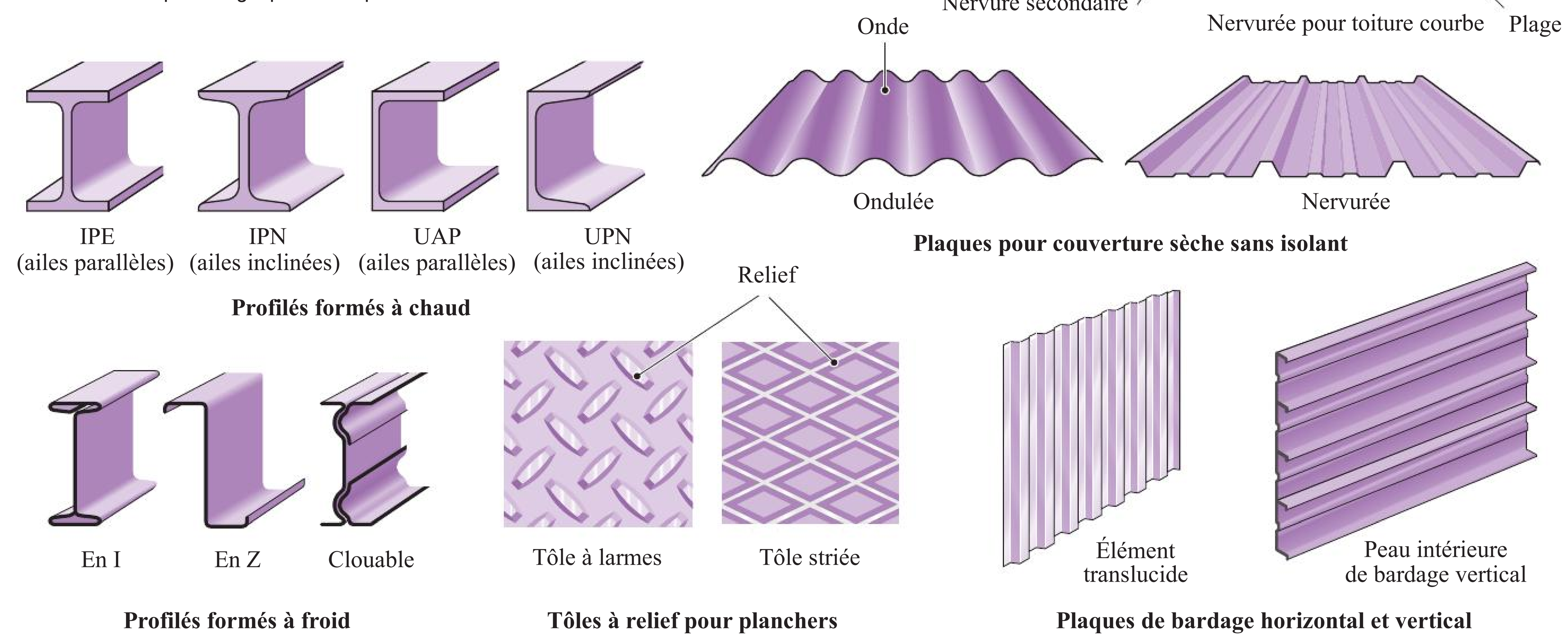
Structures métalliques

Construire en acier, c'est assembler des éléments afin de constituer une structure. Les assemblages assurent la stabilité des structures en acier. Les différents éléments (poteaux, poutres, membrures, etc.) sont assemblés par soudure, rivetage ou boulonnage. Des plaques de bardage ou de toiture en tôles métalliques ondulées ou nervurées, avec ou sans isolant, assurent l'enveloppe du bâtiment.

Profilés métalliques et éléments d'enveloppe

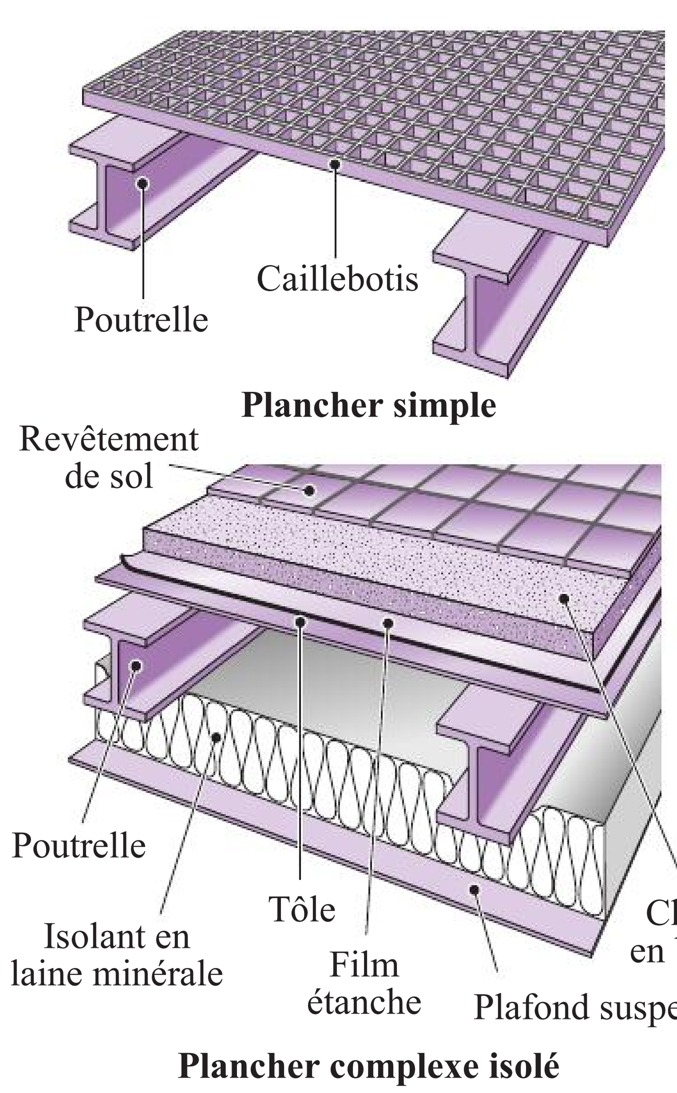
Trois grandes familles sont distinguées :
- les profilés formant la structure (poteaux, poutres, pannes, etc.) ;
- les plaques de couverture ou de bardage assurant l'enveloppe du bâtiment ;
- les tôles de platelage pour les planchers.





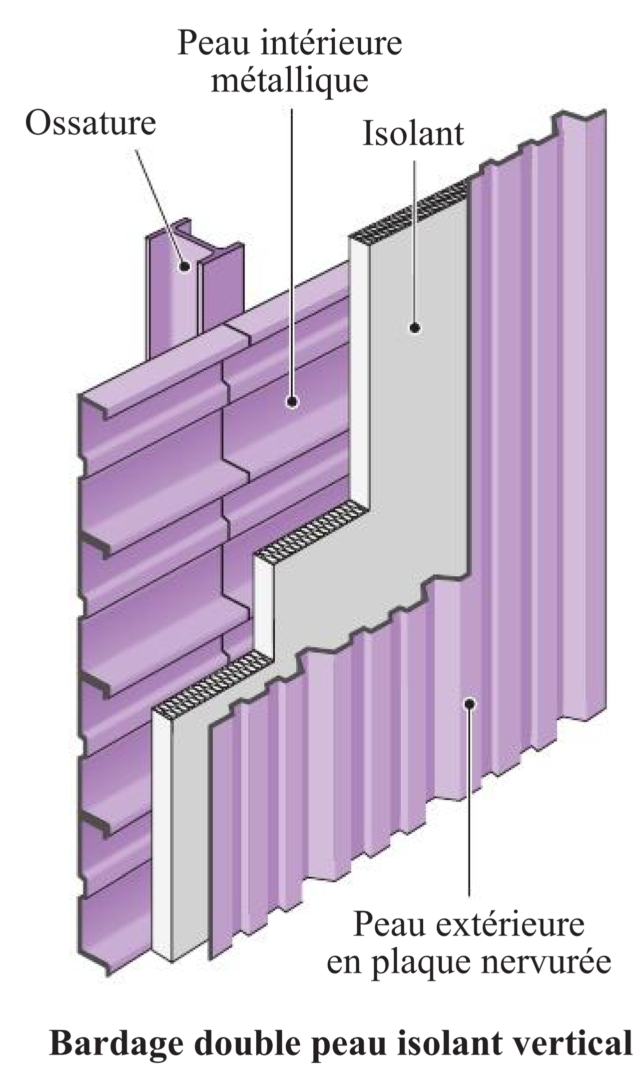
Planchers

On distingue les planchers simples et les planchers complexes isolés.



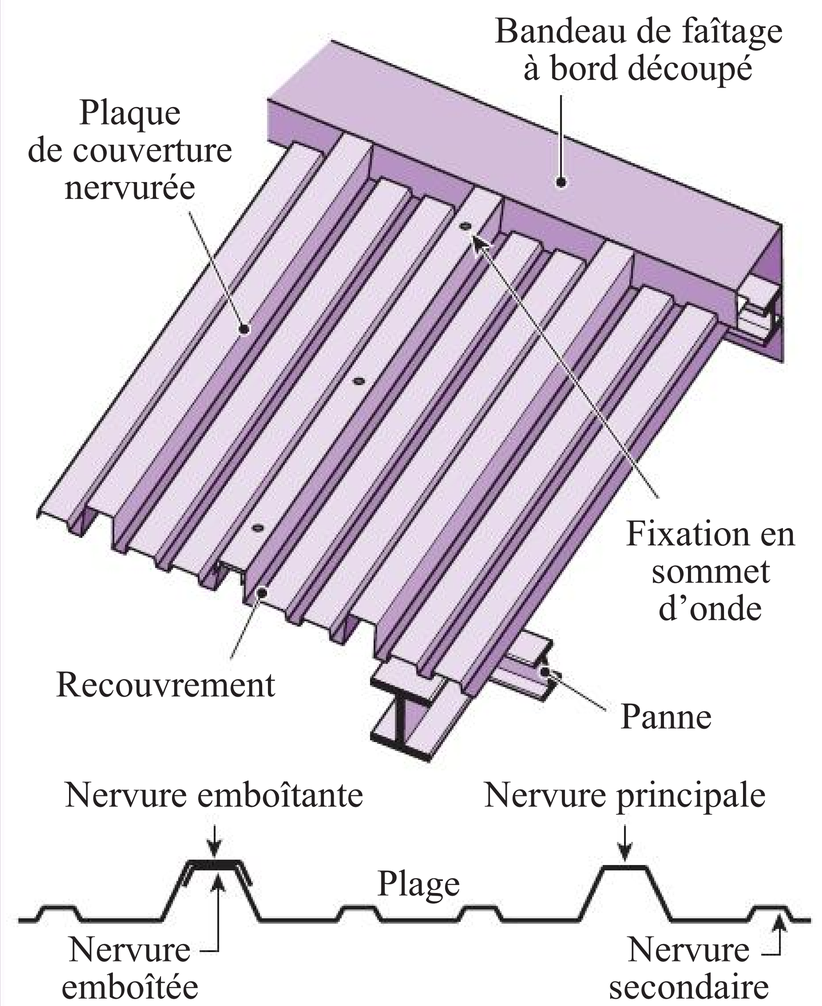
Bardages

Il existe deux catégories de bardages : le bardage simple peau et le bardage double peau composite isolé.

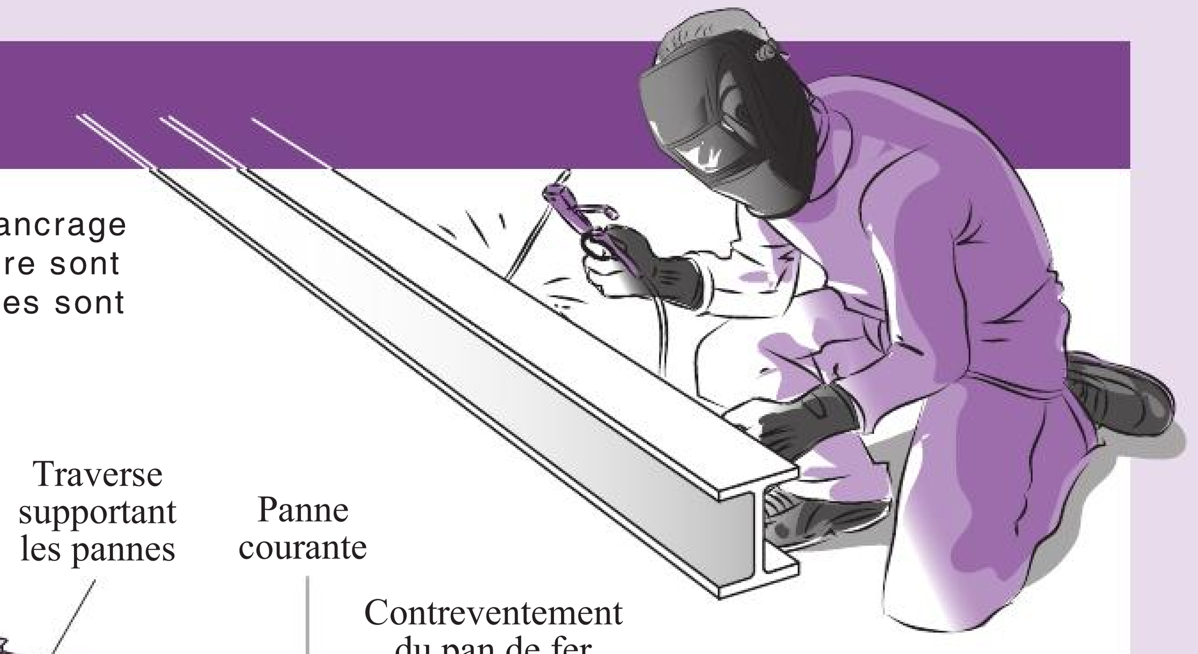


Couvertures

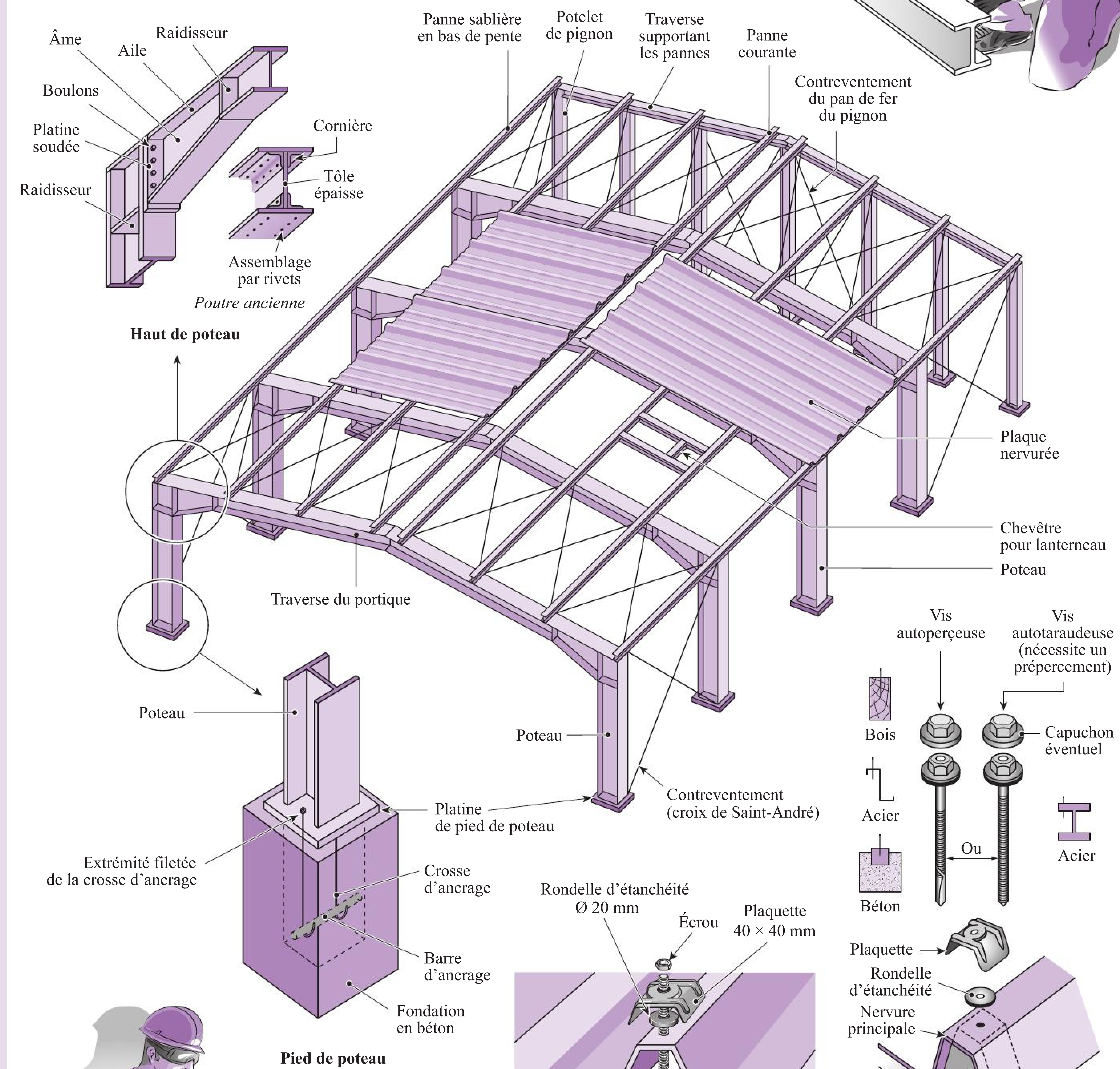
Les plaques métalliques nervurées de couverture s'appuient sur des pannes. L'étanchéité à l'eau est assurée par le recouvrement des plaques entre elles.



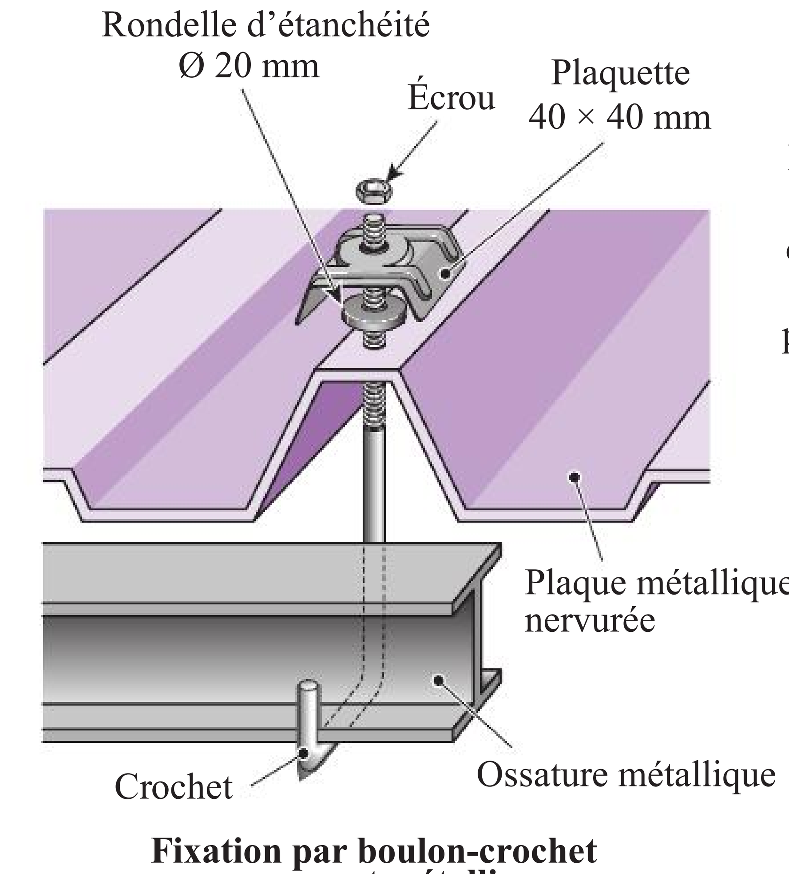
Éléments constitutifs d'une ossature en acier

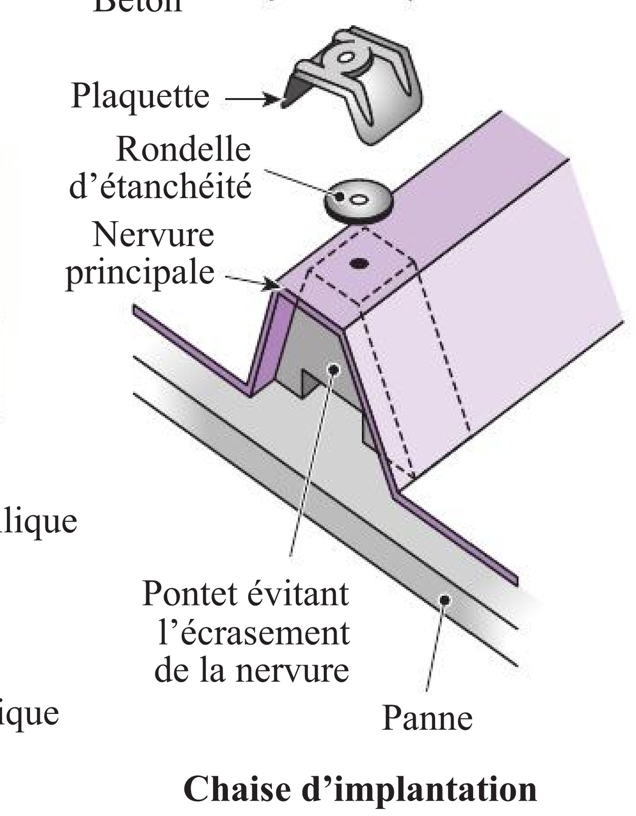


L'ossature est fixée au sol sur des fondations en béton au moyen de crosses d'ancrage scellées et boulonnées sur les pieds de poteaux. Les assemblages de la structure sont réalisés par boulonnage, rivetage ou soudure. Des plaques ondulées ou nervurées sont posées en toiture et utilisées pour réaliser le bardage du bâtiment.









Comment ça marche

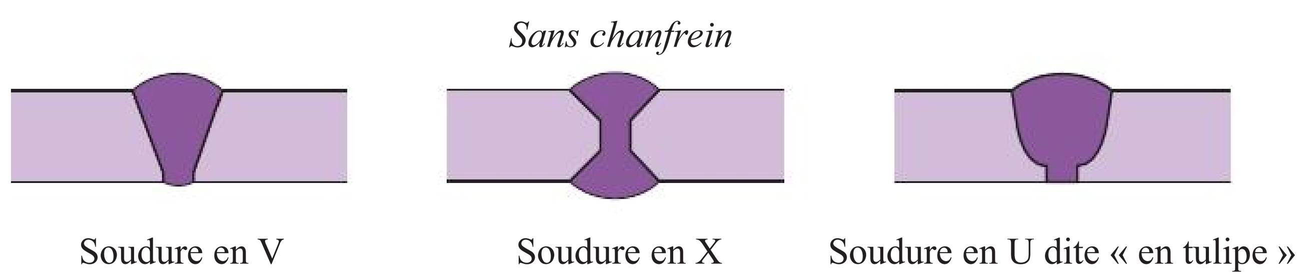
Assemblages métalliques

La conception et le dimensionnement d'un assemblage métallique doit permettre le transfert des sollicitations pour assurer la stabilité et la rigidité de la construction tout en autorisant certains déplacements de la structure. Les assemblages soudés (platines, goussets, etc.), réalisés en atelier, sont destinés aux liaisons permanentes tandis que les assemblages boulonnés ou rivetés servent au montage des éléments sur le chantier. La mise en œuvre de boulons HR empêche le glissement des pièces assemblées.

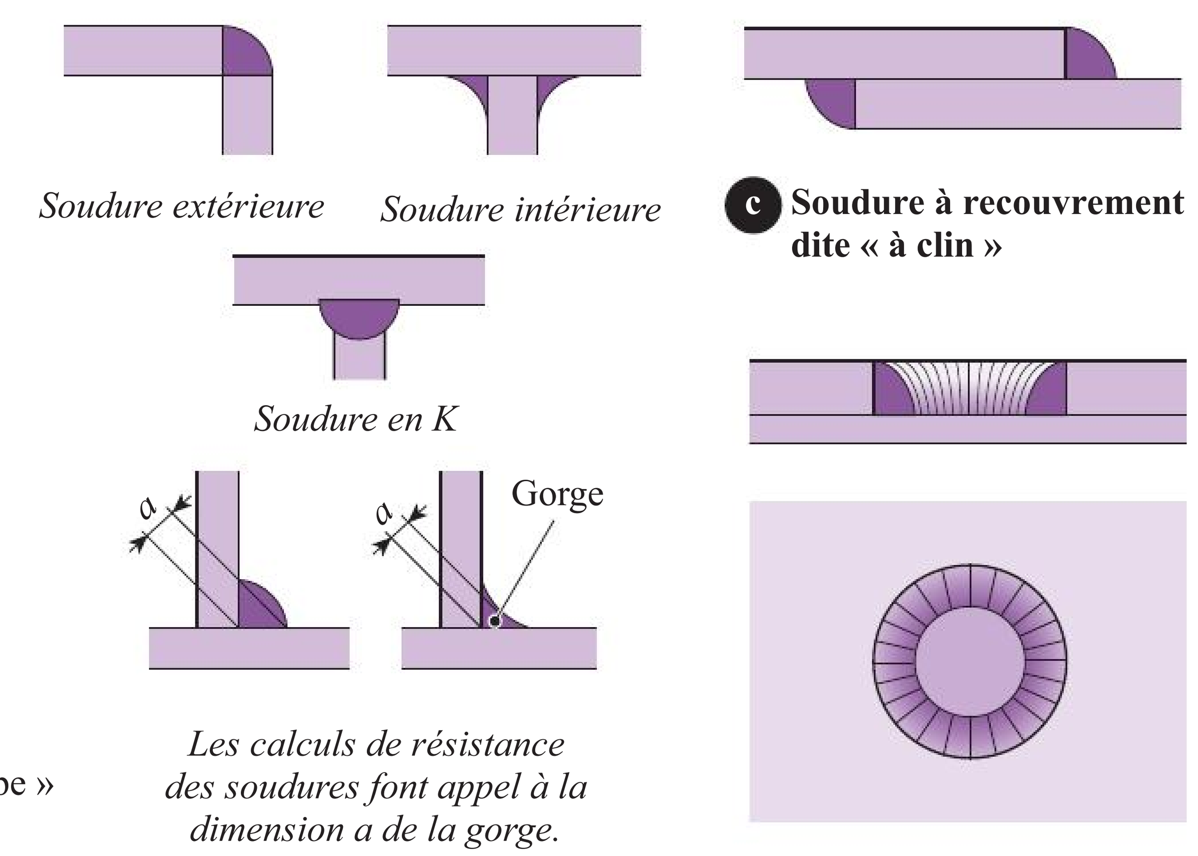
Assemblages soudés

La plupart des assemblages soudés, destinés aux liaisons permanentes, sont réalisés en atelier à la soudure autogène (au chalumeau) ou à l'arc électrique (électrodes enrobées). Il peut s'agire de soudures bout à bout avec ou sans chanfrein (a), de soudures à recouvrement dites « à clin » (b), de soudures d'angle (c) ou de soudures bouchon (d). Le contrôle des soudures est réalisé par examen visuel, ressuage, radiographie, ultrasons ou magnétoscopie.

Dispositions constructives	Reprise à l'envers	Épaisseur maximale (mm)	Jeu
Avec jeu (e, Jeu)	Oui	8	≤ 0,5 *e*
	Non	6	≥ 0,5 *e*
Sans jeu	Oui	6	–
	Non	3	–



a Soudures bout à bout



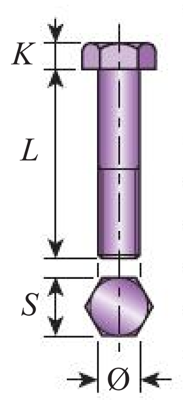
b Soudures d'angle

c Soudure à recouvrement dite « à clin »

d Soudure bouchon

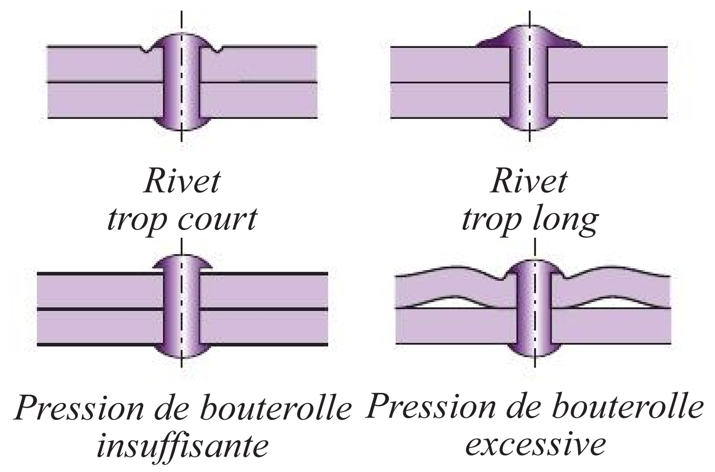
Boulons et rivets

Deux types de boulons sont utilisés pour les assemblages métalliques : les boulons ordinaires qui travaillent en traction et en cisaillement par butée (a), et les boulons HR ou boulons précontraints (b), dont l'effort de serrage empêche le glissement des pièces assemblées. Les rivets à chaud sont chauffés au « rouge cerise » avant d'être assemblés au marteau pneumatique ou à la bouterolle, puis contrôlés visuellement (c). Ils sont progressivement remplacés par des rivelons ou boulons sertis, posés à froid au pistolet (d).



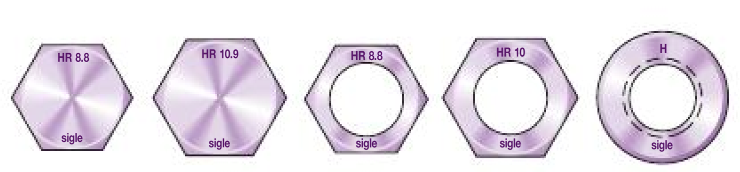
Ø (mm)	Longueurs *L* (mm)	*K* (mm)	*S* (mm)	Section (mm²)	Épaisseur maxi. des pièces à assembler (mm)
12	55-60-65-70-80-90-100-110-120	7,5	18	84,3	4
16	65-70-80-90-100-110-120-130-140-150-160	10	24	157	6
20	80-90-100-110-120-130-140-150-160-180-200	12,5	30	245	8
24	100-110-120-130-140-150-160-180-200-220-240	15	36	353	> 14
30	120-130-140-150-160-180-200-220-240-260-280	18,7	46	561	> 14

a Boulons ordinaires

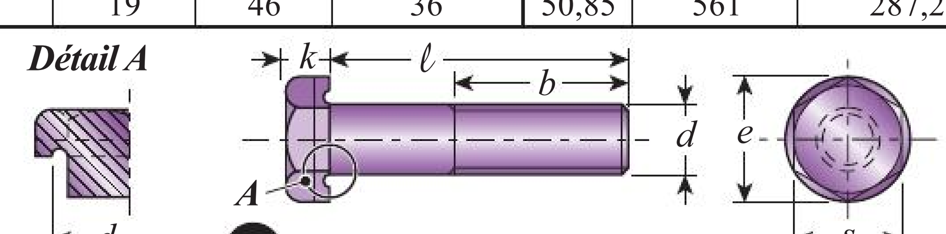


c Rivet à chaud

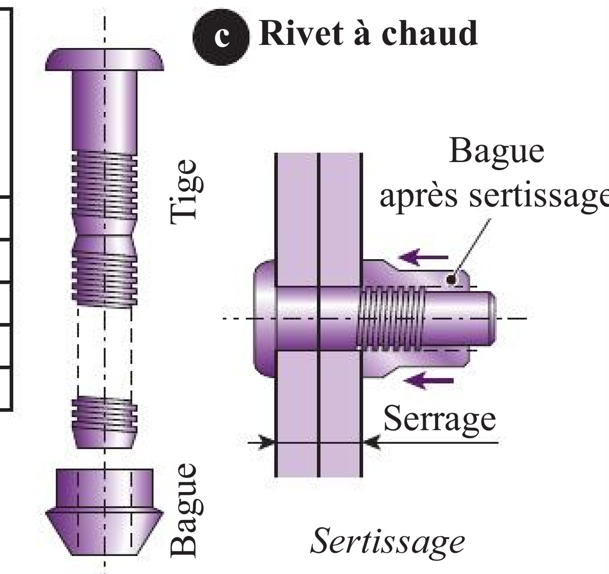
Diamètre *d* (mm)	Longueur de la vis ℓ de 10 en 10 (mm)	Longueur partie filetée		Tête de la vis		Embase		Section du noyau A_s (mm²)	Effort de précontrainte $Pv = 0,8.\sigma_{eb} . As$ (kN)
		b ℓ ≤ 120 mm	*b* ℓ ≥ 120 mm	*Hauteur k* (mm)	*Surplat s* (mm)	*Ø int. face d'appuis* d_a (mm)	*Surangle* e_{min} (mm)		
12	150 à 120	30	–	8	19	15,2	20,88	84,3	43,162
16	60 à 200	38	44	10	24	20	26,17	157	80,834
20	70 à 200	46	52	13	30	26	32,95	245	125,440
24	80 à 200	54	60	15	36	30	39,55	353	180,736
30	90 à 200	66	72	19	46	36	50,85	561	287,232



Marquage obligatoire sur les vis, écrous et rondelles



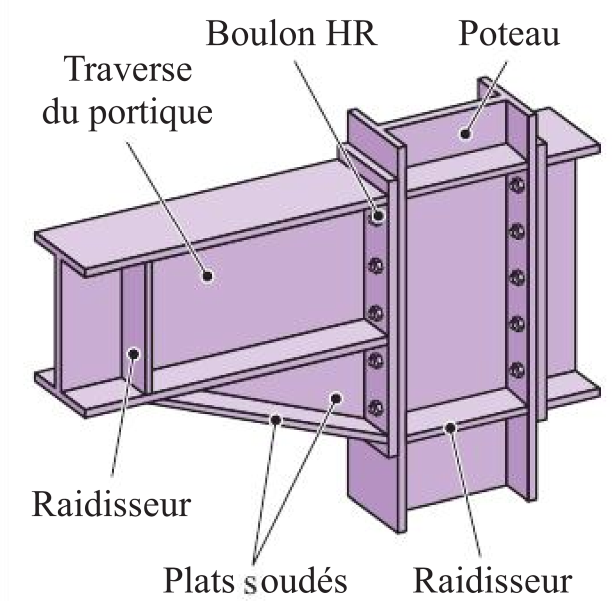
b Boulons HR



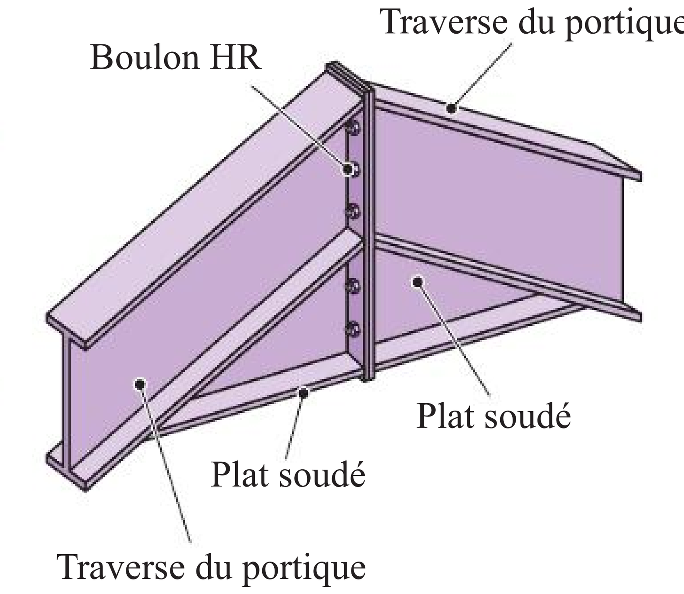
d Rivelon

Assemblages boulonnés

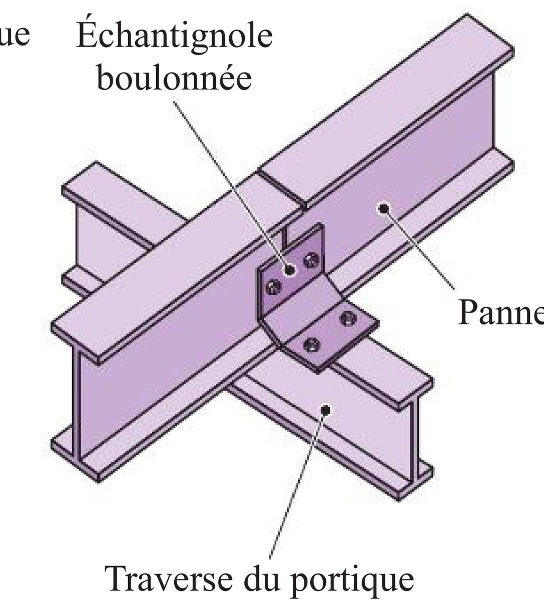
Les assemblages boulonnés servent à relier les éléments d'une construction (poteaux, arbalétriers, poutres, etc.) et permettent un montage rapide sur le chantier. Lorsque les composants ont une longueur importante (poutres continues, poteaux de bâtiments à étages, etc.), ils ne peuvent être transportés en une seule longueur. La continuité entre les tronçons est assurée par des plaques et des contre-plaques ou par des plaques d'éclissage. Les assemblages courants sont : les assemblages poteau-traverse (a), traverse-traverse (b), panne-traverse (c), poutre-poutre (d), poteau-poutre (e), poteau-poteau (f) et les pieds de poteau (g). Des raidisseurs soudés évitent la déformation de l'âme des poteaux lors de sollicitations importantes dans les encastrements poteau-poutre (h).



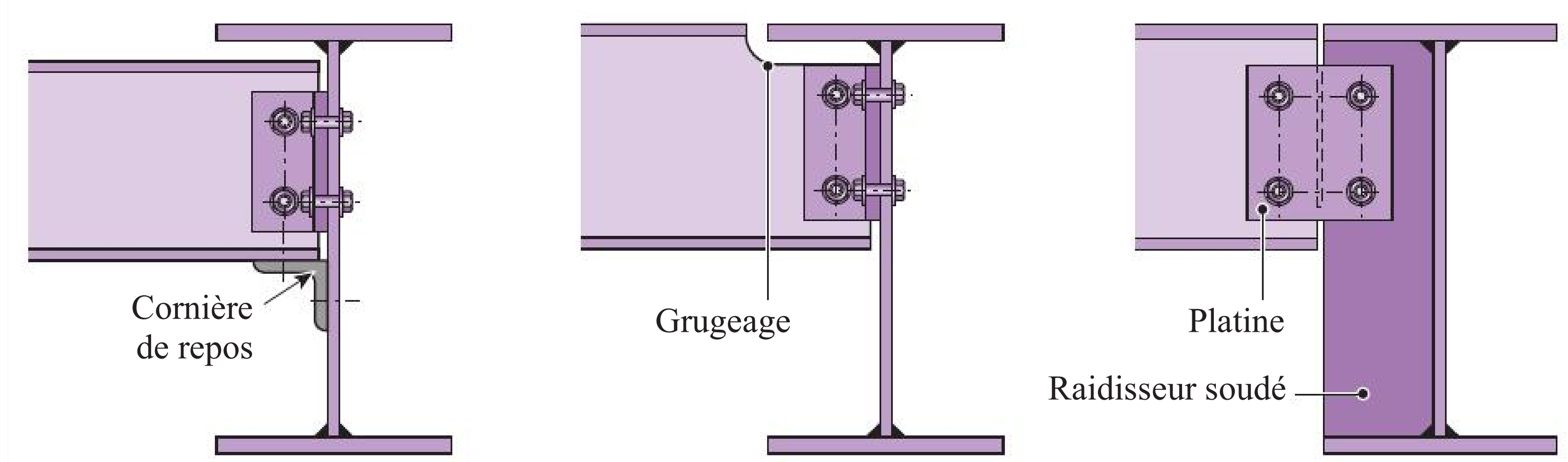
a Assemblage poteau-traverse



b Assemblage traverse-traverse



c Assemblage panne-traverse

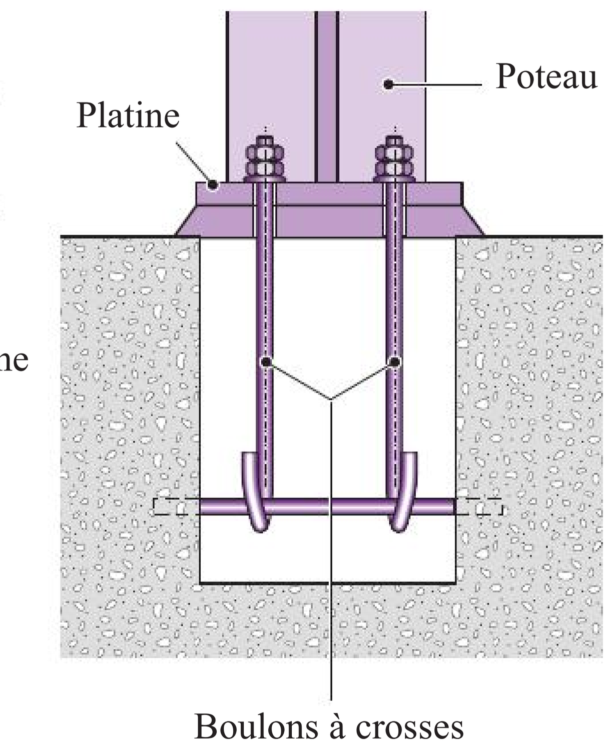


Cornière de repos pour chargement conséquent au montage

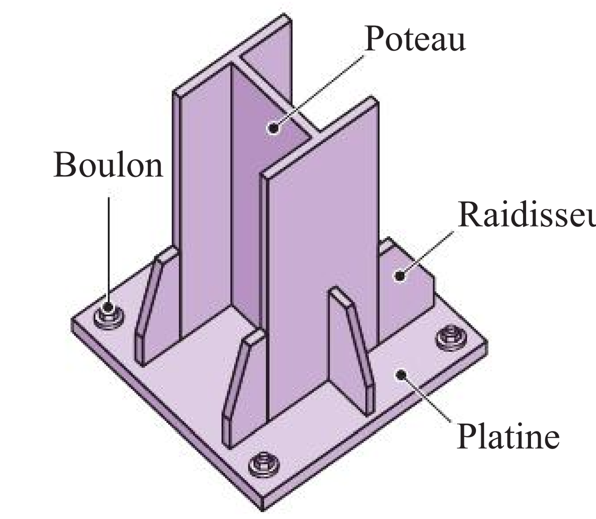
Grugeage de semelle pour plancher collaborant

Fixation par platine double sur raidisseur soudé

d Assemblages poutre-poutre

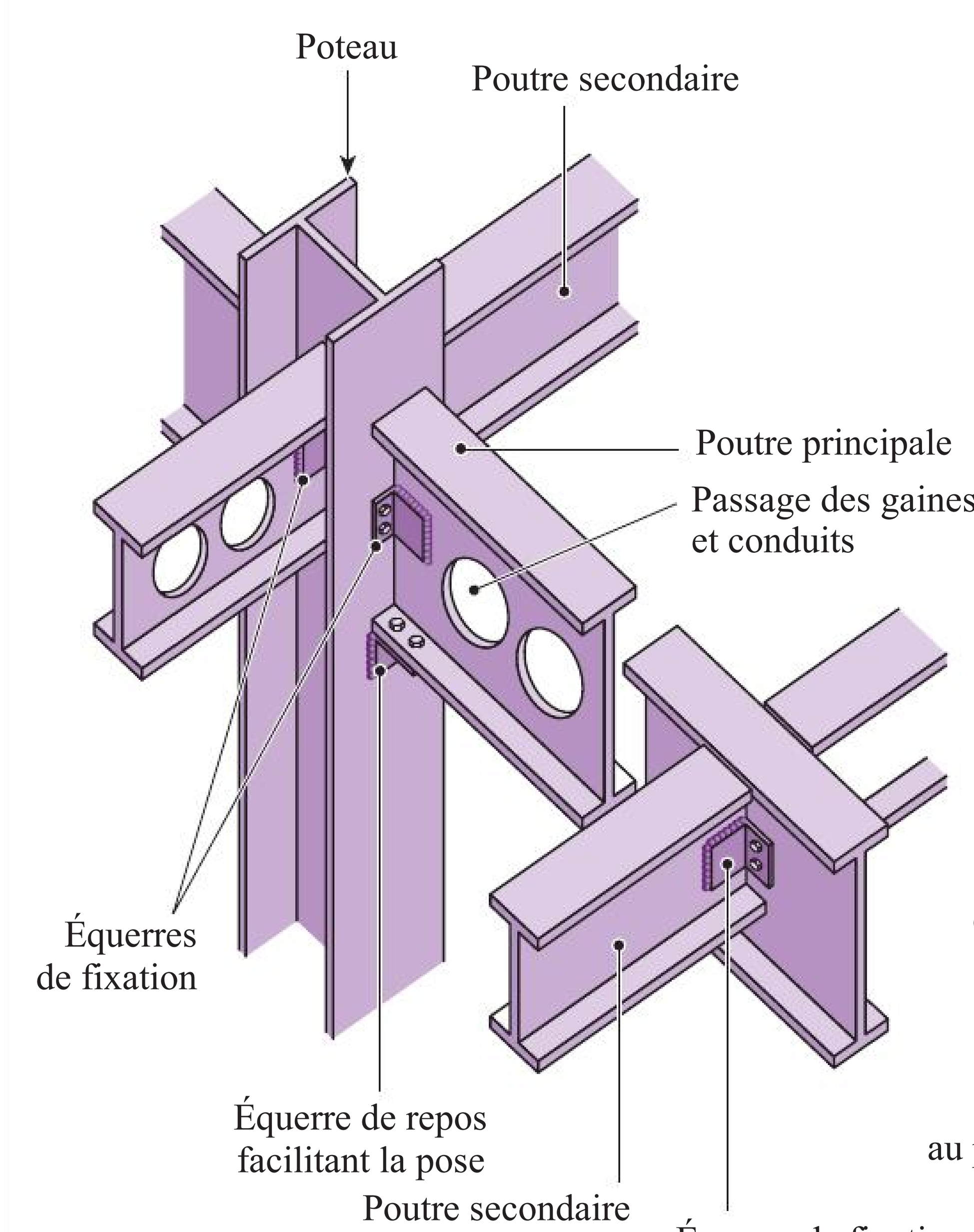


Semi-articulé (2 ancrages)

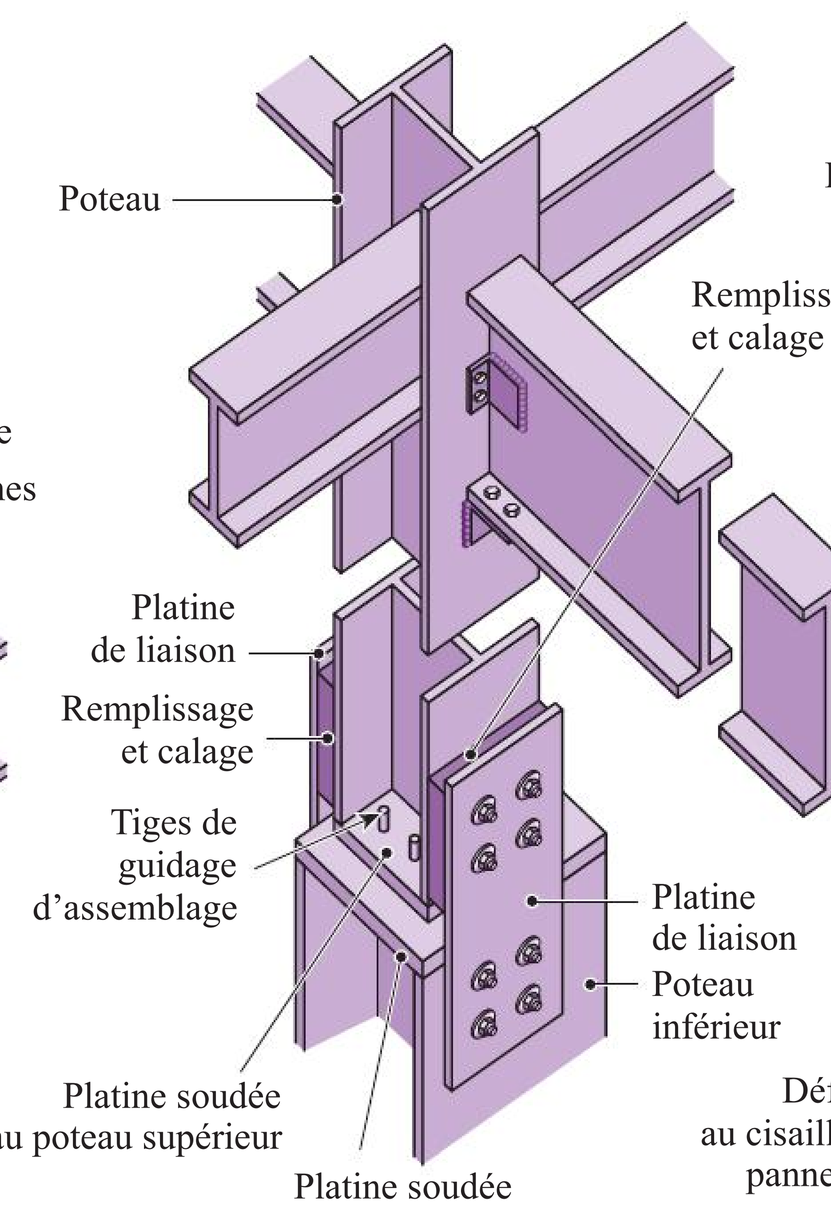


Encastré (4 ancrages)

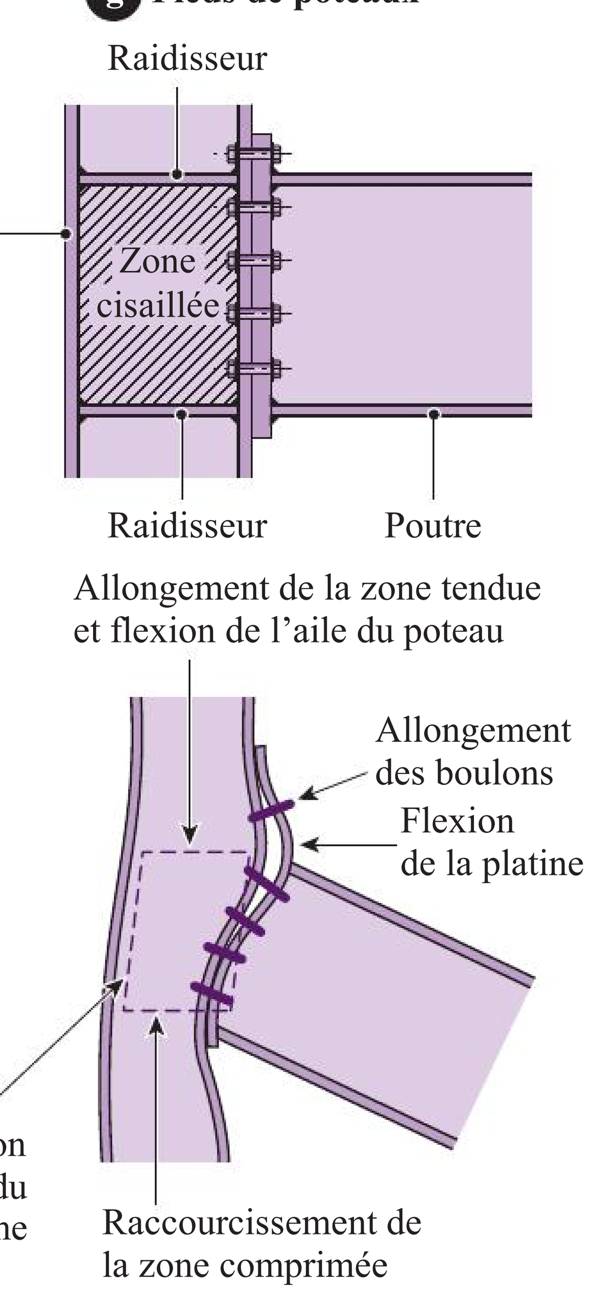
g Pieds de poteaux



e Assemblage poteau-poutres



f Assemblage poteau-poteau



h Déformation de l'âme des poteaux

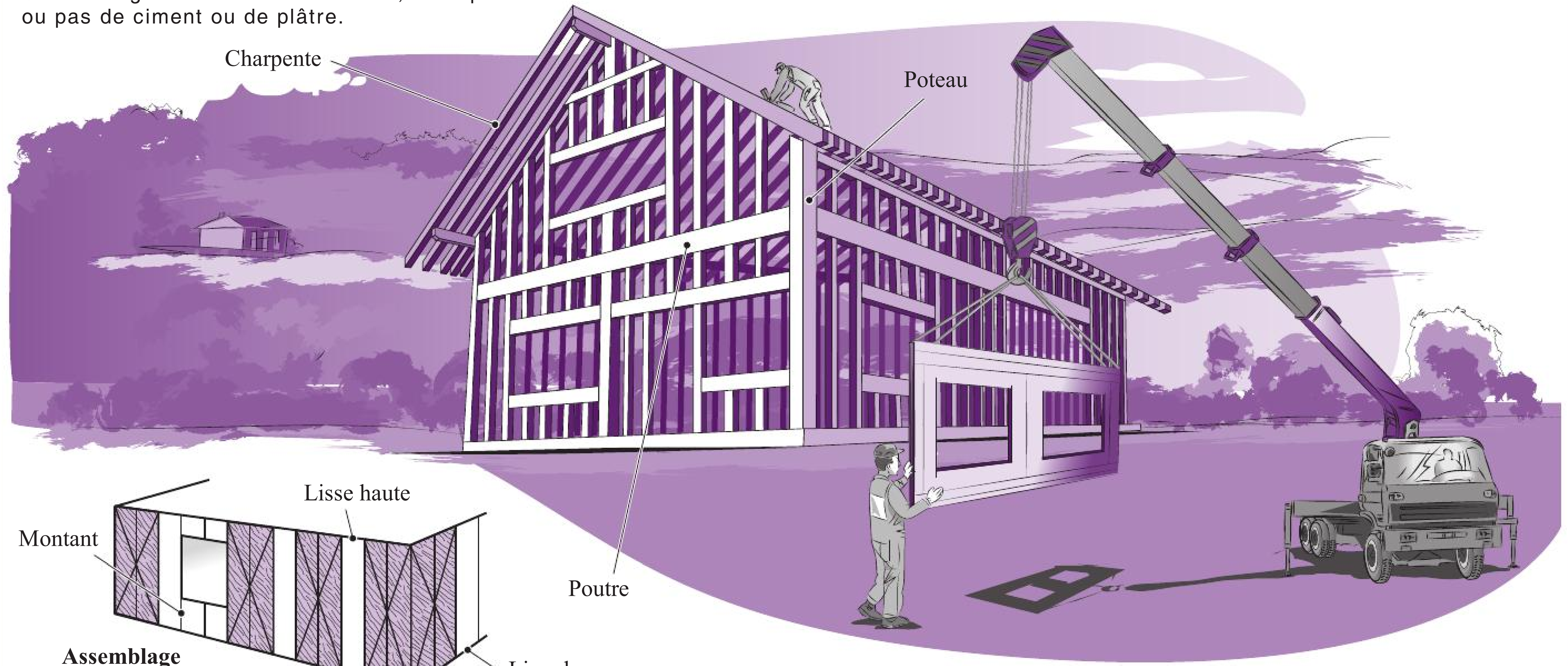
Comment ça marche

Maisons à ossature bois

Une maison à ossature bois (MOB) est constituée d'un squelette porteur en bois qui reçoit un habillage. Ses avantages sont nombreux : rapidité de montage, facilité d'extension, fondations réduites, etc. Cependant, l'utilisation de bois résistant aux altérations biologiques est une contrainte. L'ossature seule peut être montée dans un délai de 3 à 30 jours ; un délai de 2 à 6 mois, hors formalités administratives, suffit pour la construction complète.

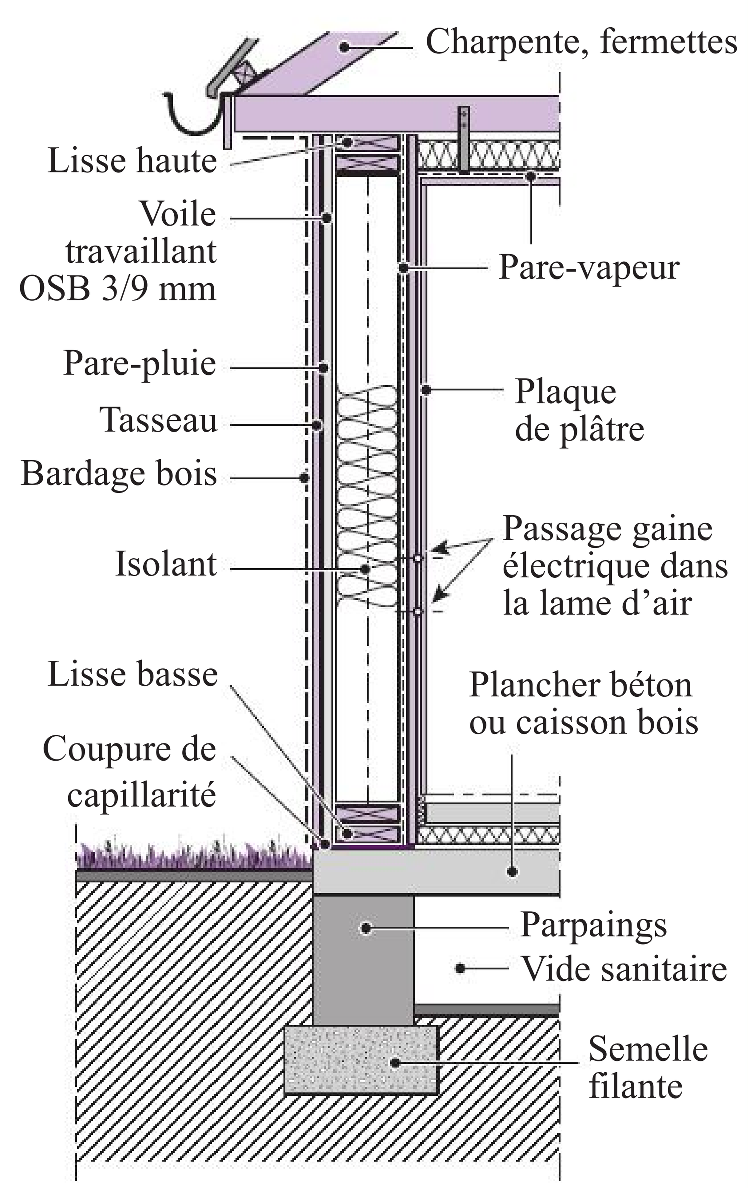
Dispositions constructives

Les constructions en ossature bois comportent des murs minces, de 20 à 30 cm, offrant des caractéristiques d'isolation et de solidité élevées. Ces ouvrages sont construits à sec, avec peu ou pas de ciment ou de plâtre.

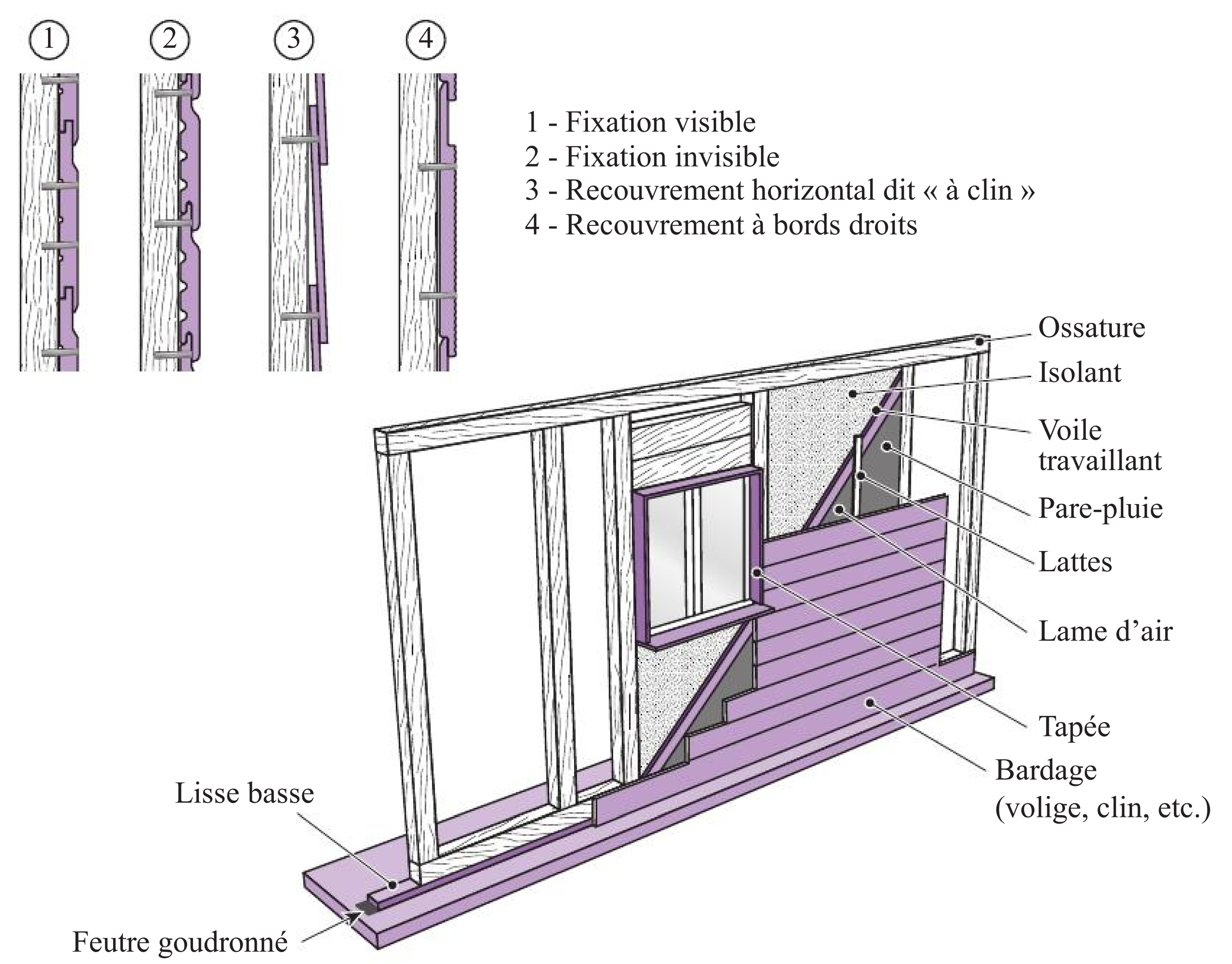


Ossature d'une maison en bois de type poteaux-poutres

Coupe d'un mur

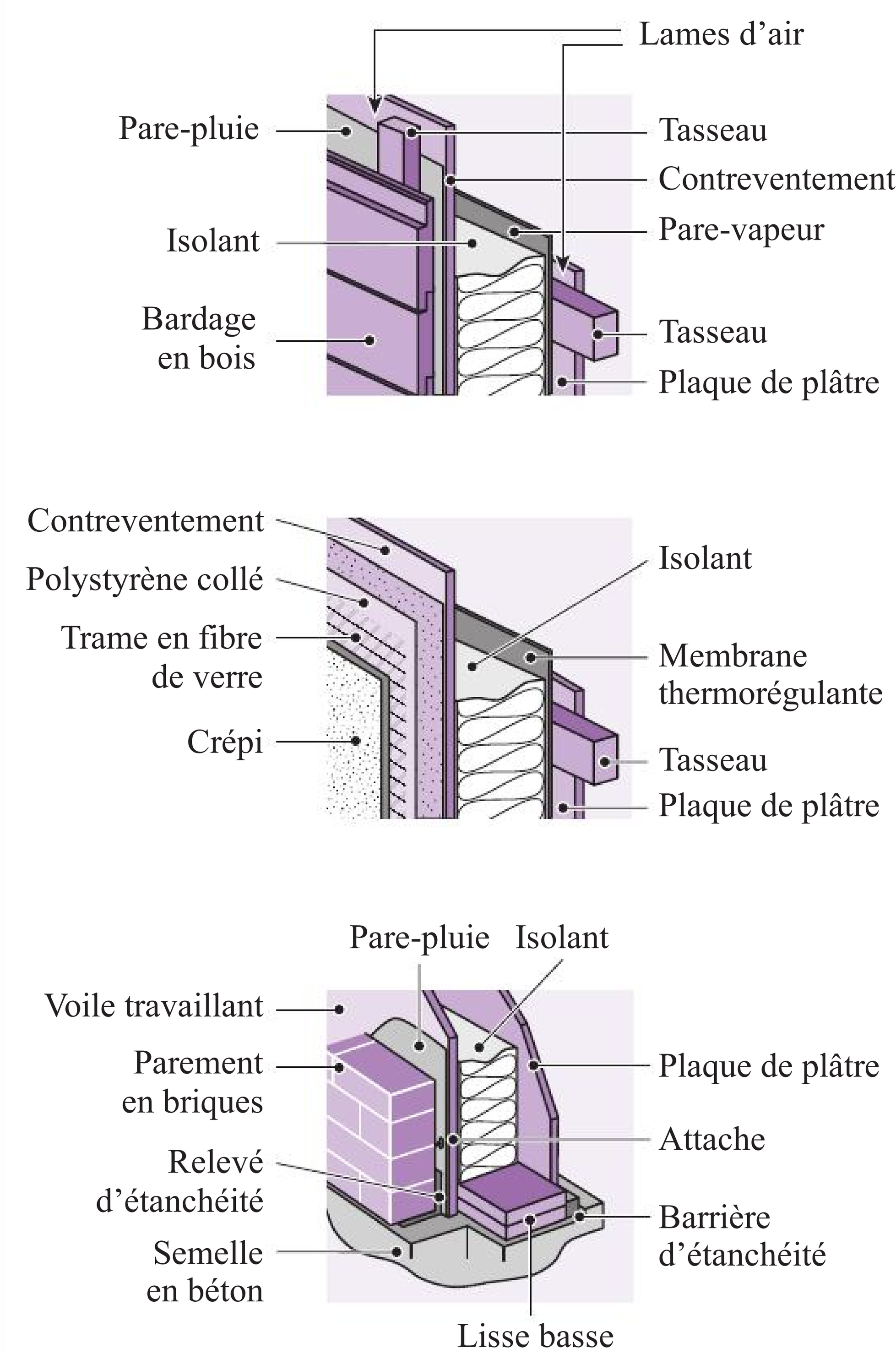


Éléments d'un panneau préfabriqué à bardage en bois

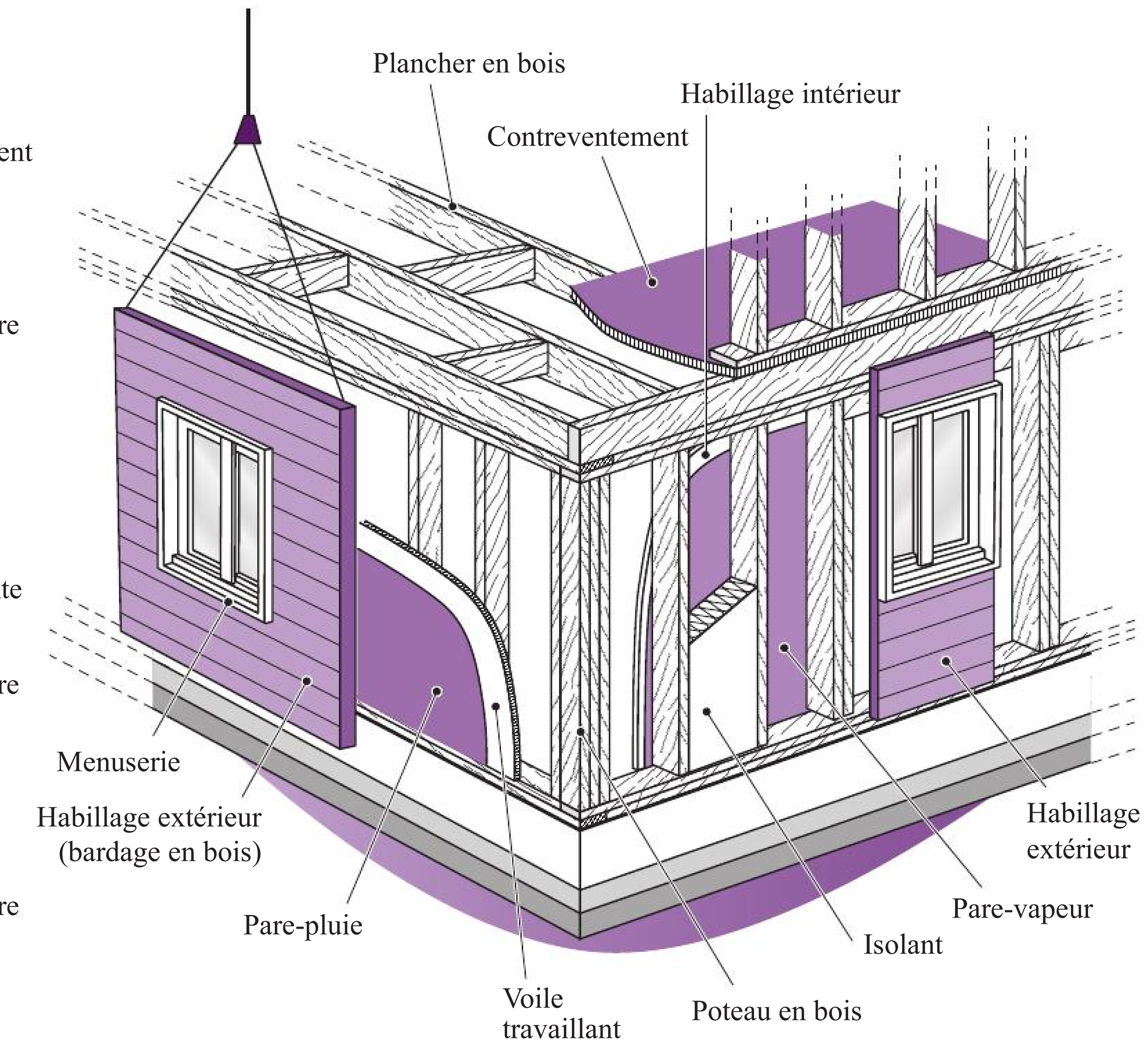


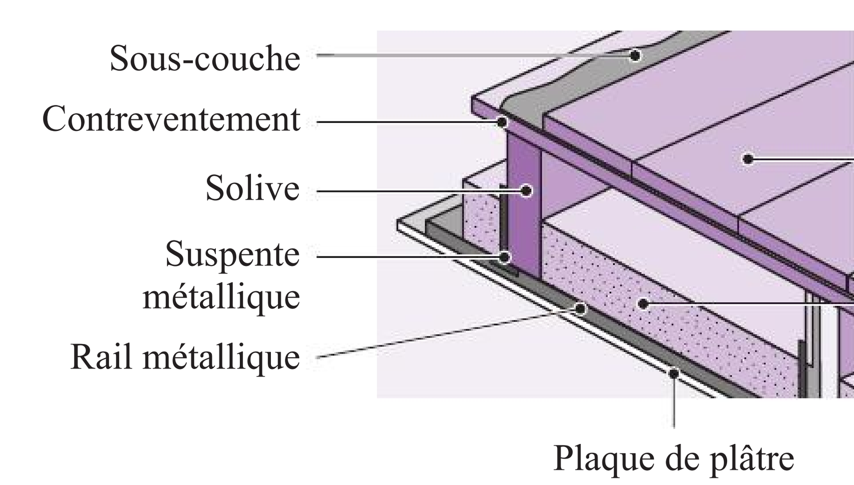
Détails des parements et du système d'isolation

L'ossature en bois intègre l'isolation et reçoit un habillage approprié sur ses deux faces :
- extérieurement : enduit crépis, habillage en bois, parement en brique, revêtement plastique épais, bardage en aluminium, etc. ;
- intérieurement : plaques de plâtre d'épaisseur variable (10, 13 ou 15 mm), habillage en bois, pierres de parement, mousse d'argile, etc.

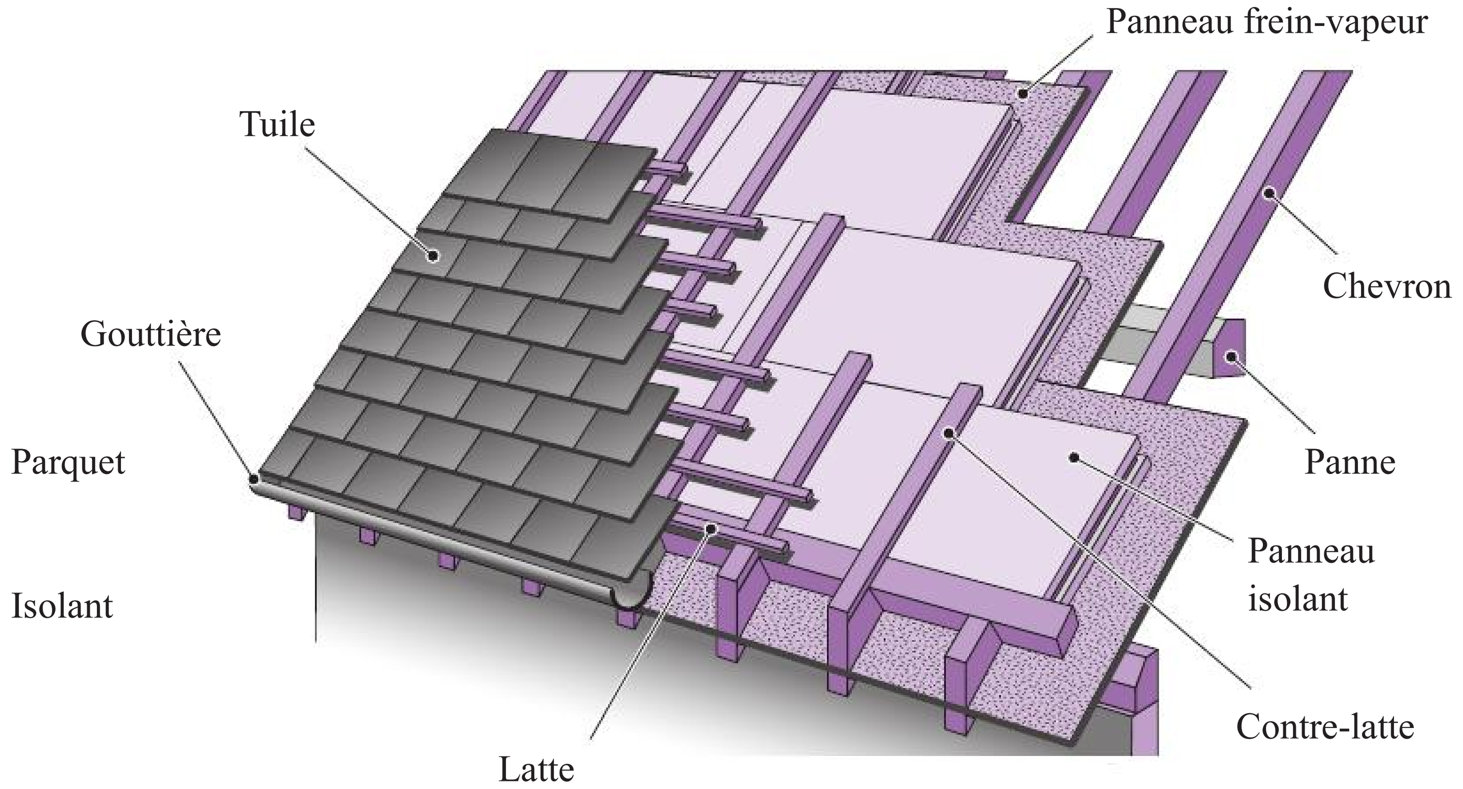


Isolation et habillage des murs

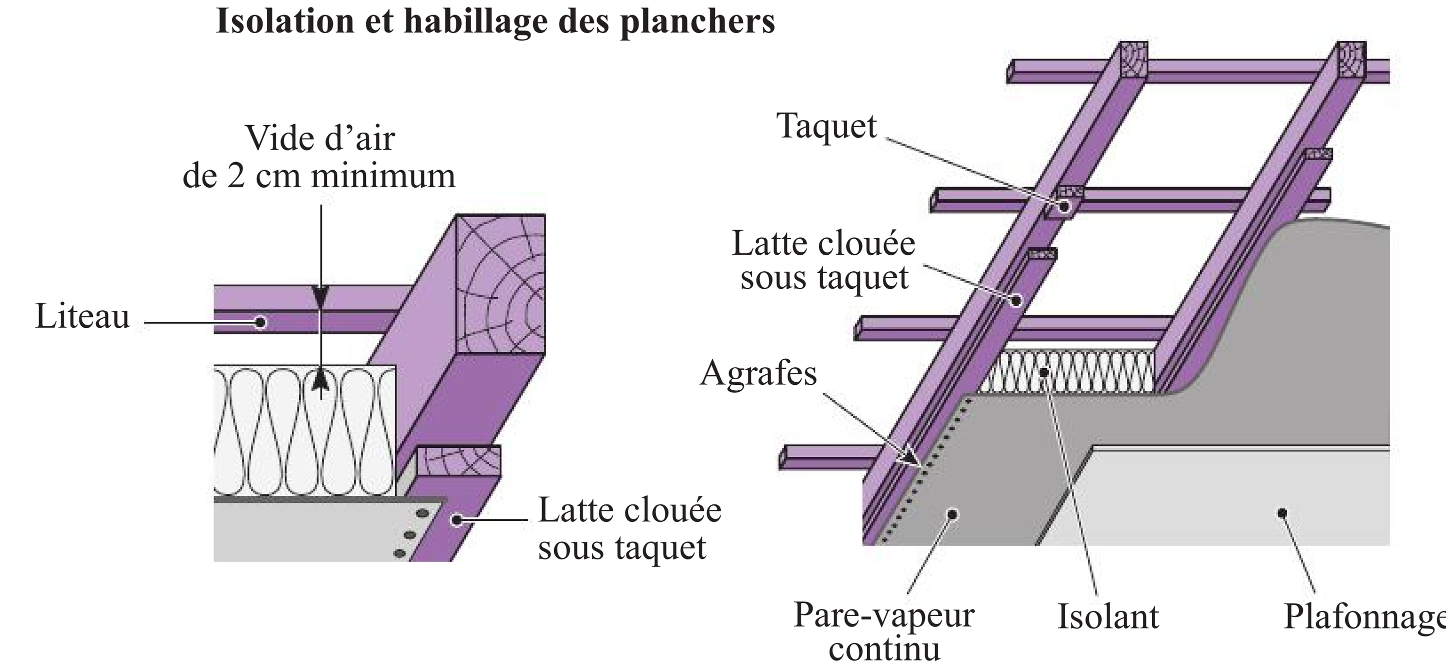




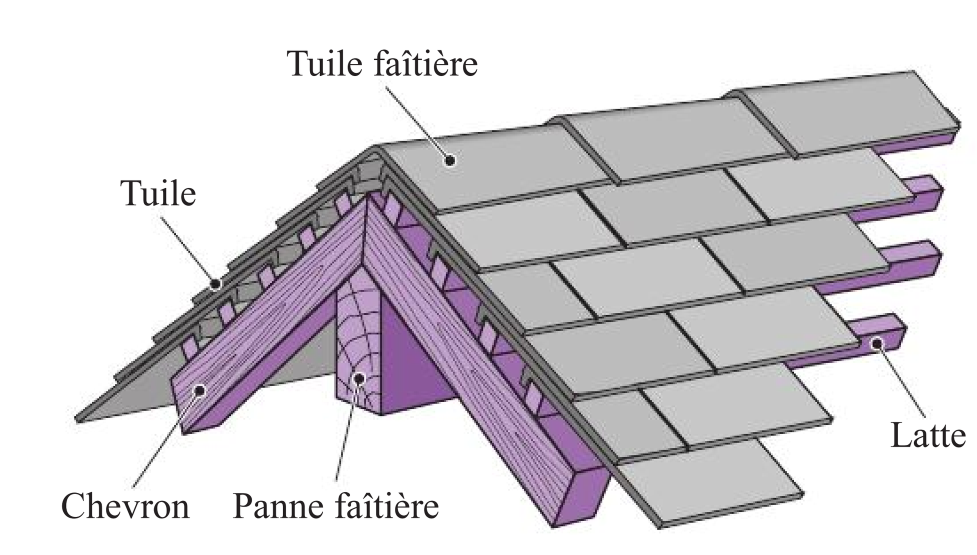
Isolation et habillage des planchers



Toiture en tuiles sur panneaux isolants



Isolation et habillage de la toiture



Toiture en tuiles sur lattes

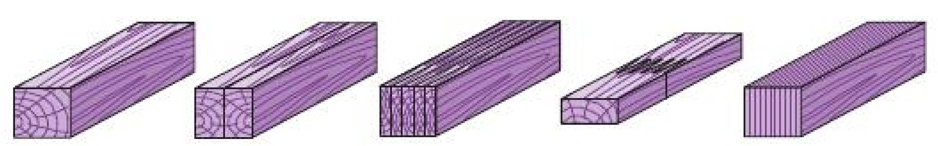
Comment ça marche

Assemblages des ossatures en bois

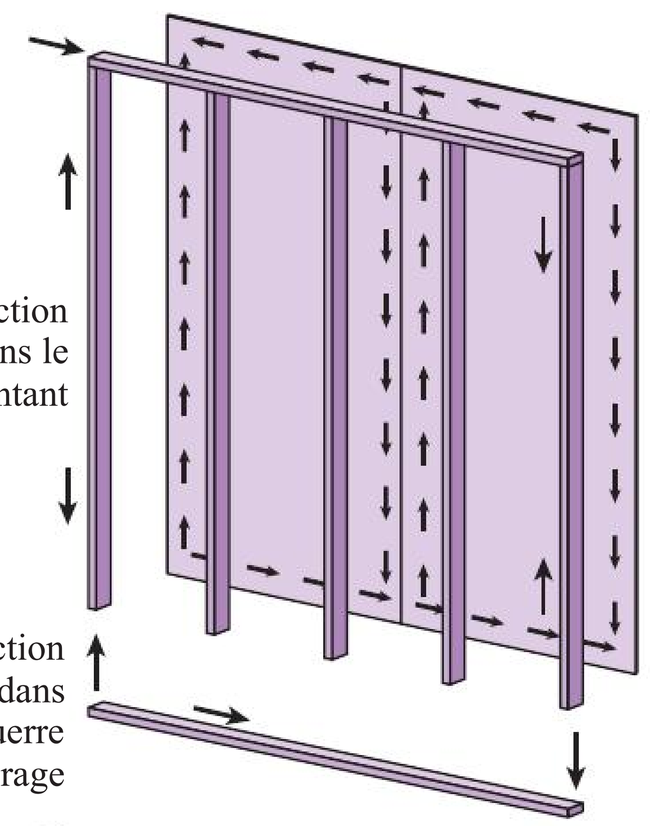
La conception et l'assemblage des ossatures en bois dépendent du type de système constructif : plateforme ou poteaux-poutres. Les contreventements assurent la rigidité des ossatures verticales qui supportent les charges et transmettent les efforts aux fondations. Les assemblages sont boulonnés ou constitués de goussets métalliques apparents ou cachés, boulonnés ou brochés.

Constructions de type plateforme

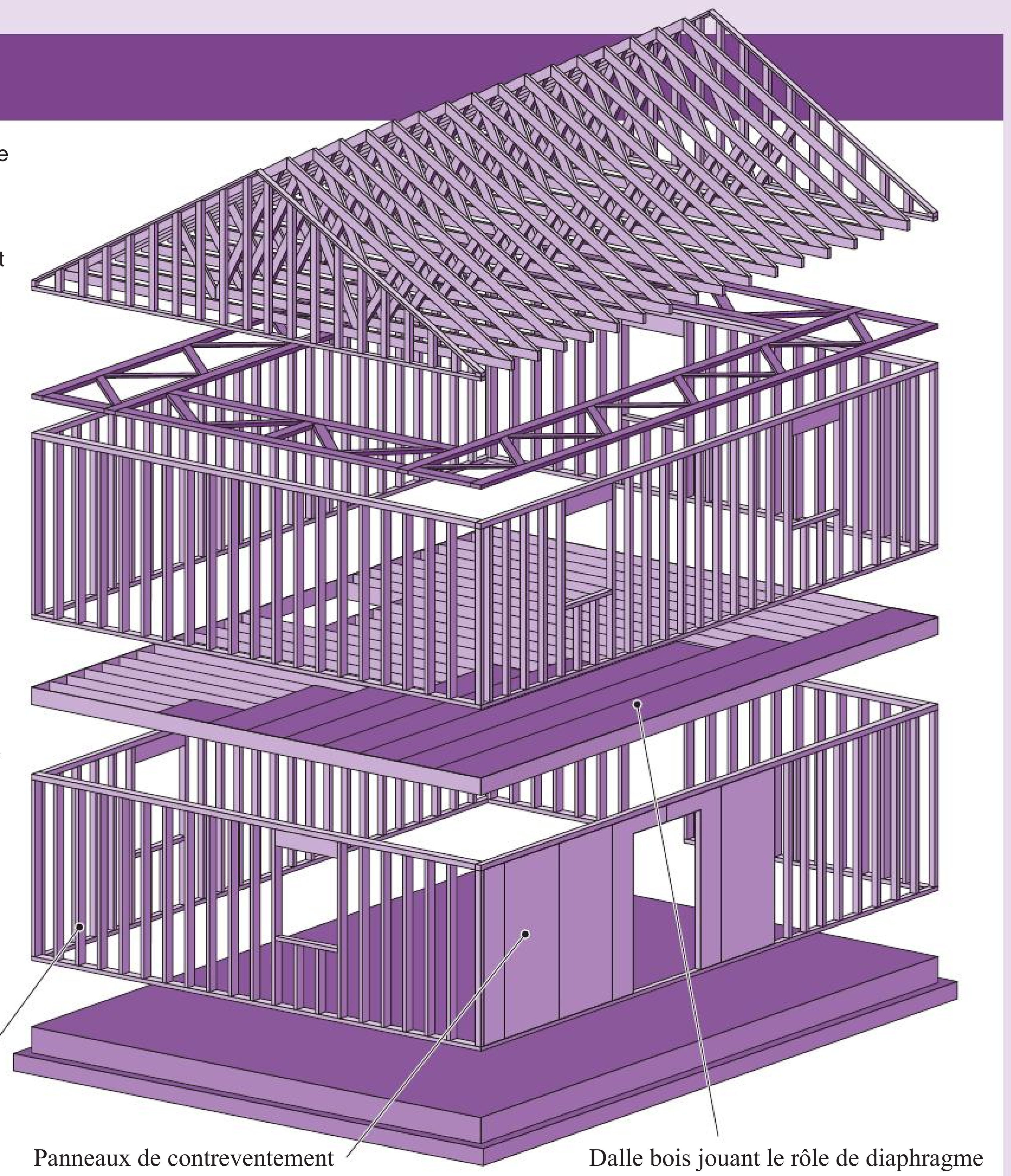
Les constructions de type plateforme sont constituées de planchers indépendants sur lesquels sont montés les murs d'un même niveau (a). Les structures verticales sont composées de montants de petite section espacés de 40 à 60 cm (b) formant une ossature sur laquelle sont juxtaposés des panneaux formant diaphragme (c). Ce dernier, rigidifié par l'ossature qui empêche le voilement des panneaux et supporte les charges, transmet les efforts de cisaillement aux fondations.



b **Montants d'ossature en bois**



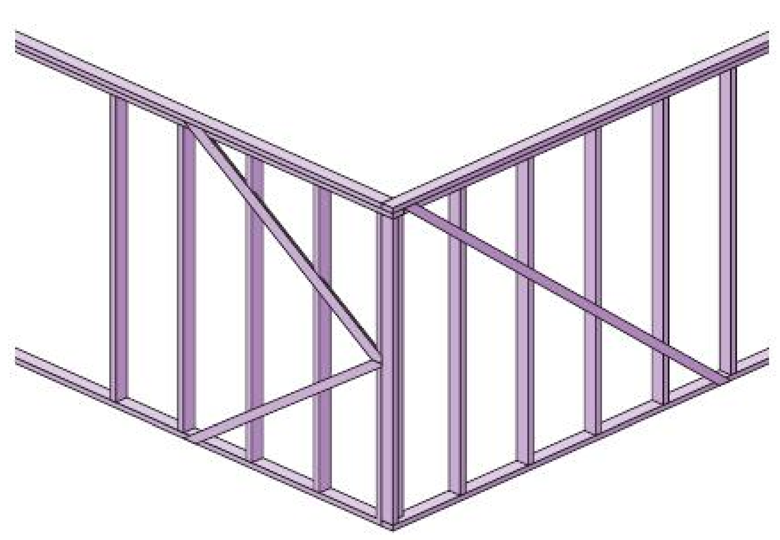
c **Efforts repris par les structures verticales**



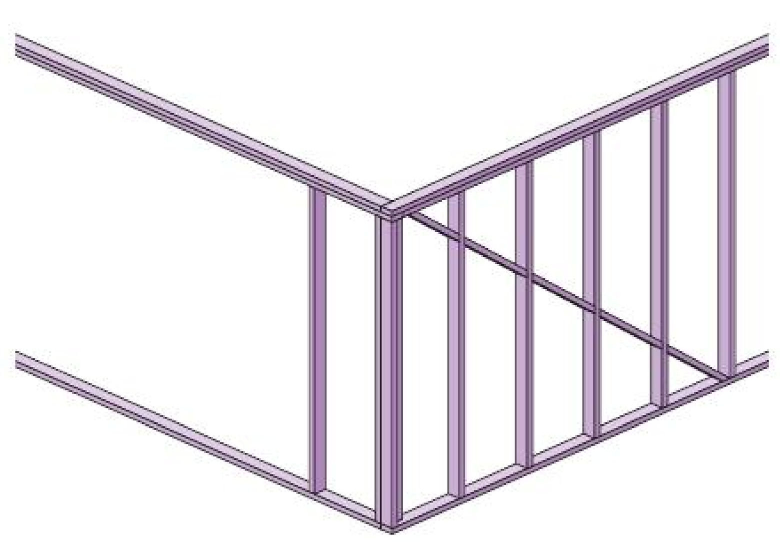
a **Construction en bois de type plateforme**

Contreventements

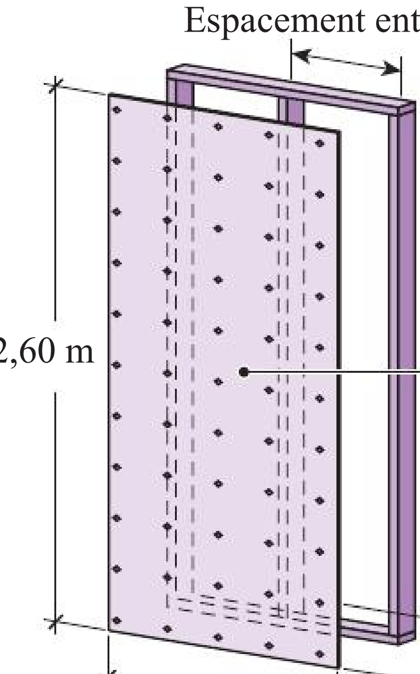
Le contreventement, destiné à empêcher que la structure ne se déforme, est assuré par des écharpes disposées en diagonale de manière continue (a) ou discontinue (b), par des voiles travaillants (panneaux de contreplaqué, de particules ou d'OSB) (c), par l'assemblage propre des montants et des traverses ou par l'équerrage des angles au moyen de goussets.



a **Écharpes continues**



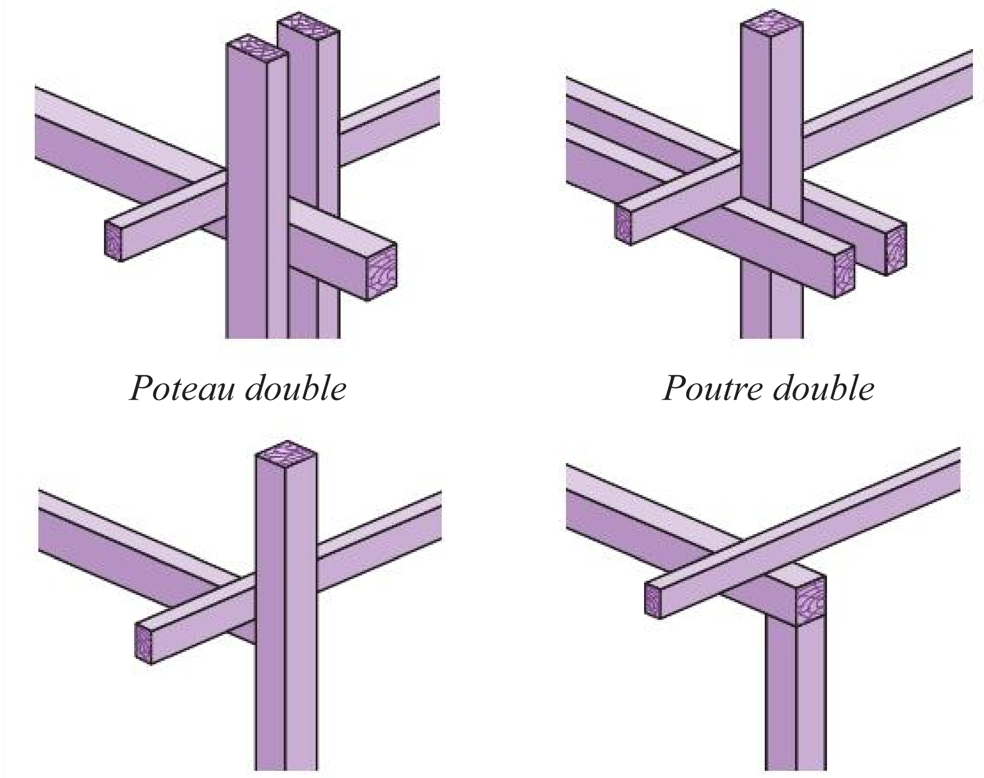
b **Écharpe discontinue**



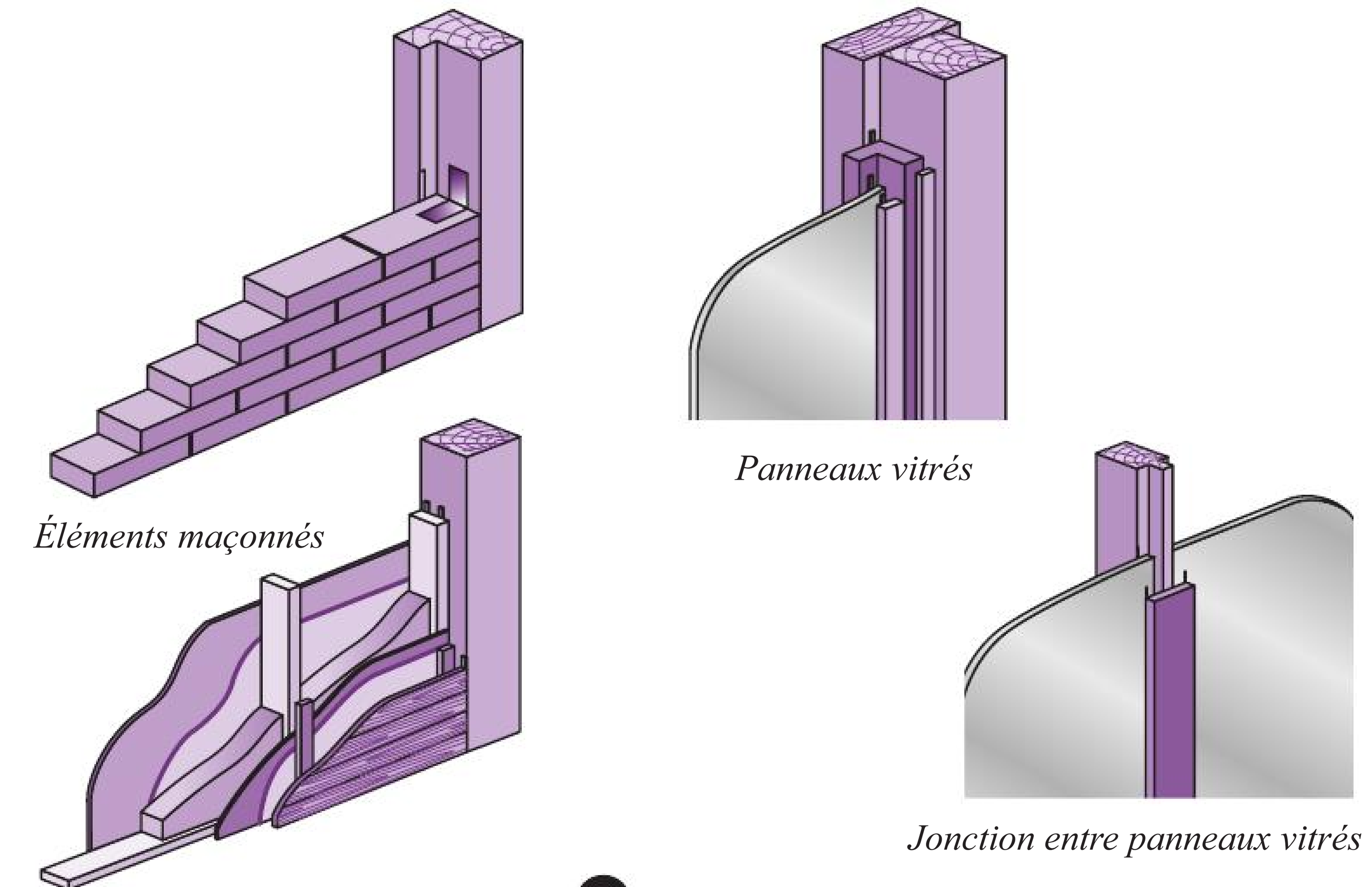
c **Voile travaillant**

Constructions de type poteaux-poutres

La technique poteaux-poutres associe des poteaux de forte section à des poutres transversales pour former des portiques simples ou à étages (a). Les poteaux sont de la hauteur du bâtiment et leur espacement est généralement supérieur à 90 cm. La stabilité de la structure est assurée par des goussets pour l'équerrage des angles et par la disposition d'écharpes en diagonale. Des parois pleines ou vitrées, qui servent d'enveloppe, comblent les vides entre poteaux (b). Les panneaux pleins insérés entre les poteaux ne sont pas porteurs mais peuvent participer à la stabilité latérale de la structure.



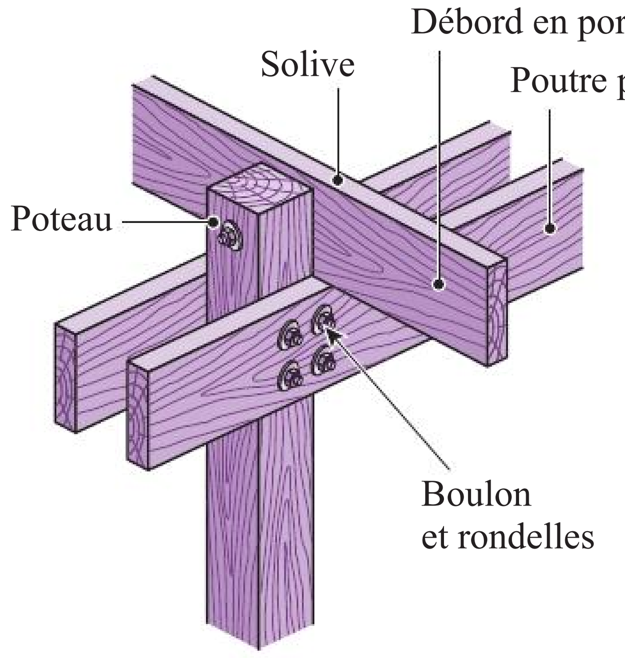
a **Assemblage poteaux-poutres**



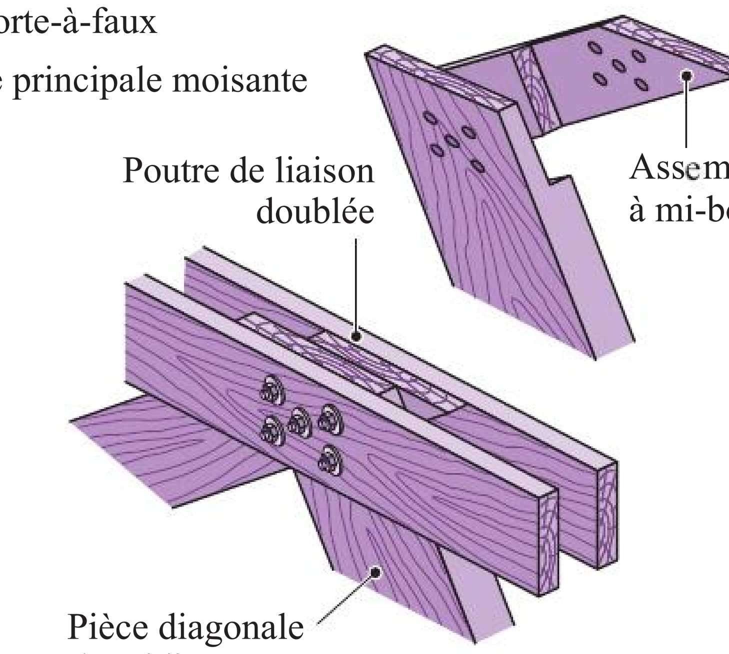
b **Remplissage entre poteaux**

Assemblages boulonnés et brochés

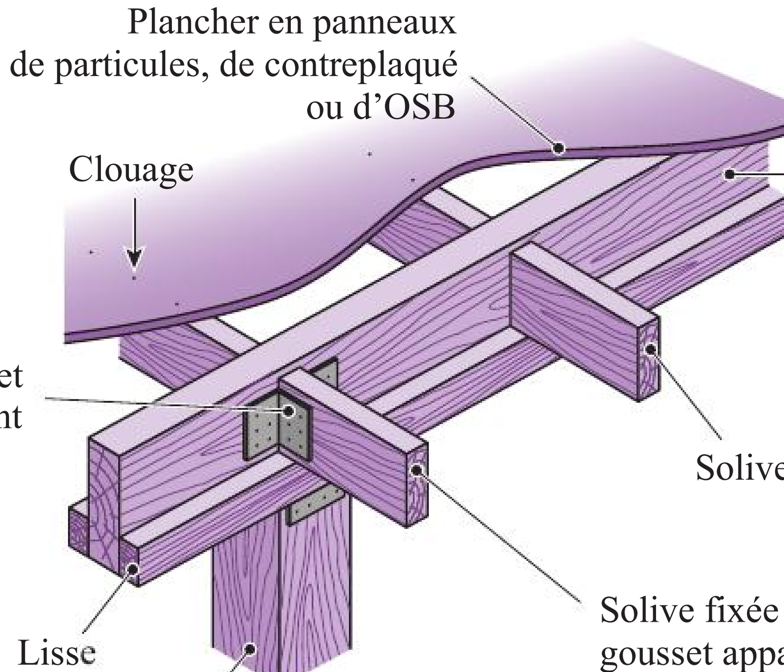
Les plaques, boulons et rondelles (a) permettent d'augmenter la résistance des assemblages, réduisent le jeu entre pièces et diminuent les déformations globales des ossatures. Les assemblages brochés (b) sont réalisés au moyen de broches, en acier galvanisé ou en matériaux de synthèse, insérées de force dans des trous d'un même diamètre ; ils sont plus coûteux mais plus discrets que les assemblages boulonnés.



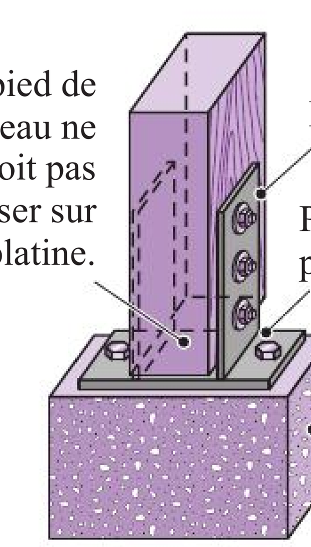
Boulonné-moisé



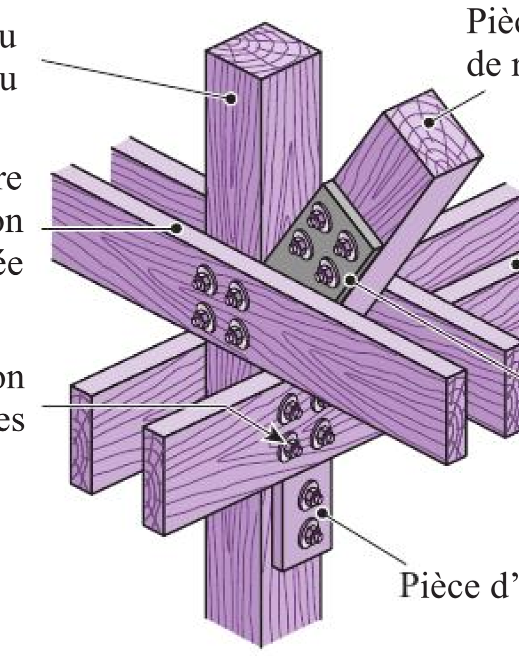
Boulonné à mi-bois



Broché à goussets apparents

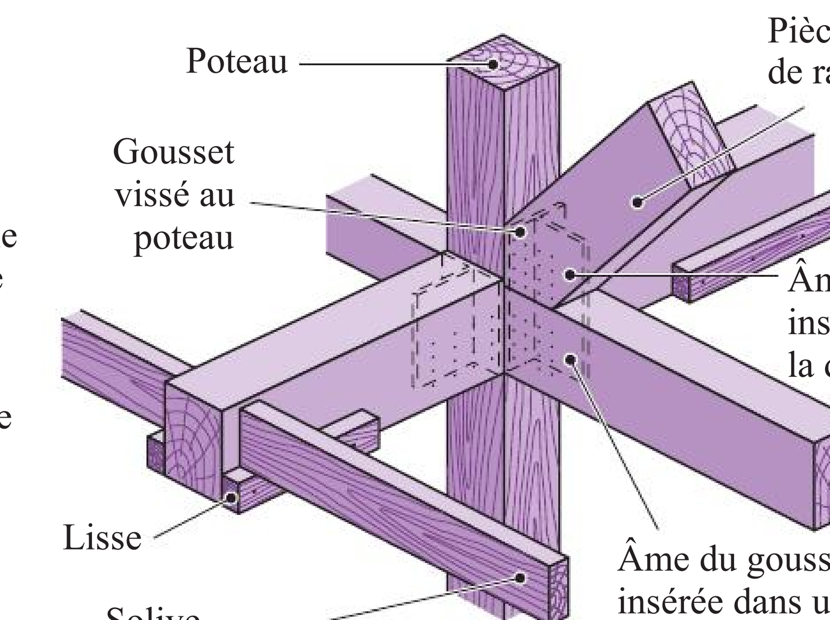


Pied de poteau



Boulonné-moisé avec gousset en acier

a **Assemblages boulonnés**



Broché à goussets cachés

b **Assemblages brochés**

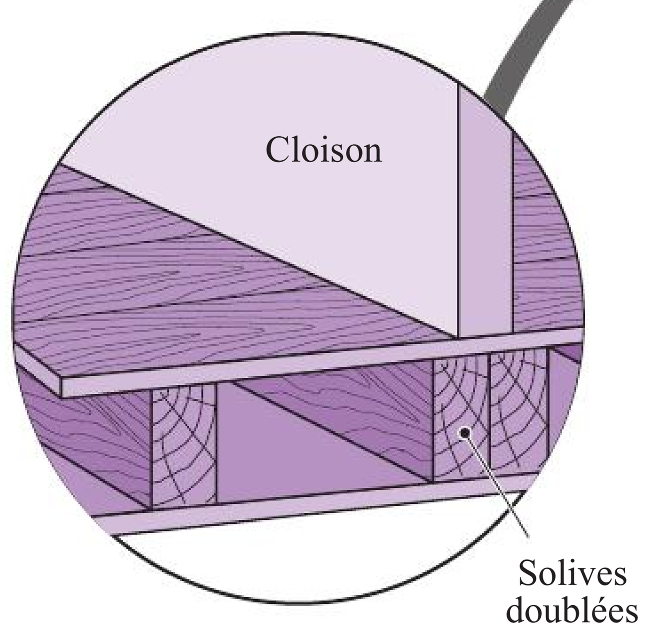
Plancher en bois

Comment ça marche

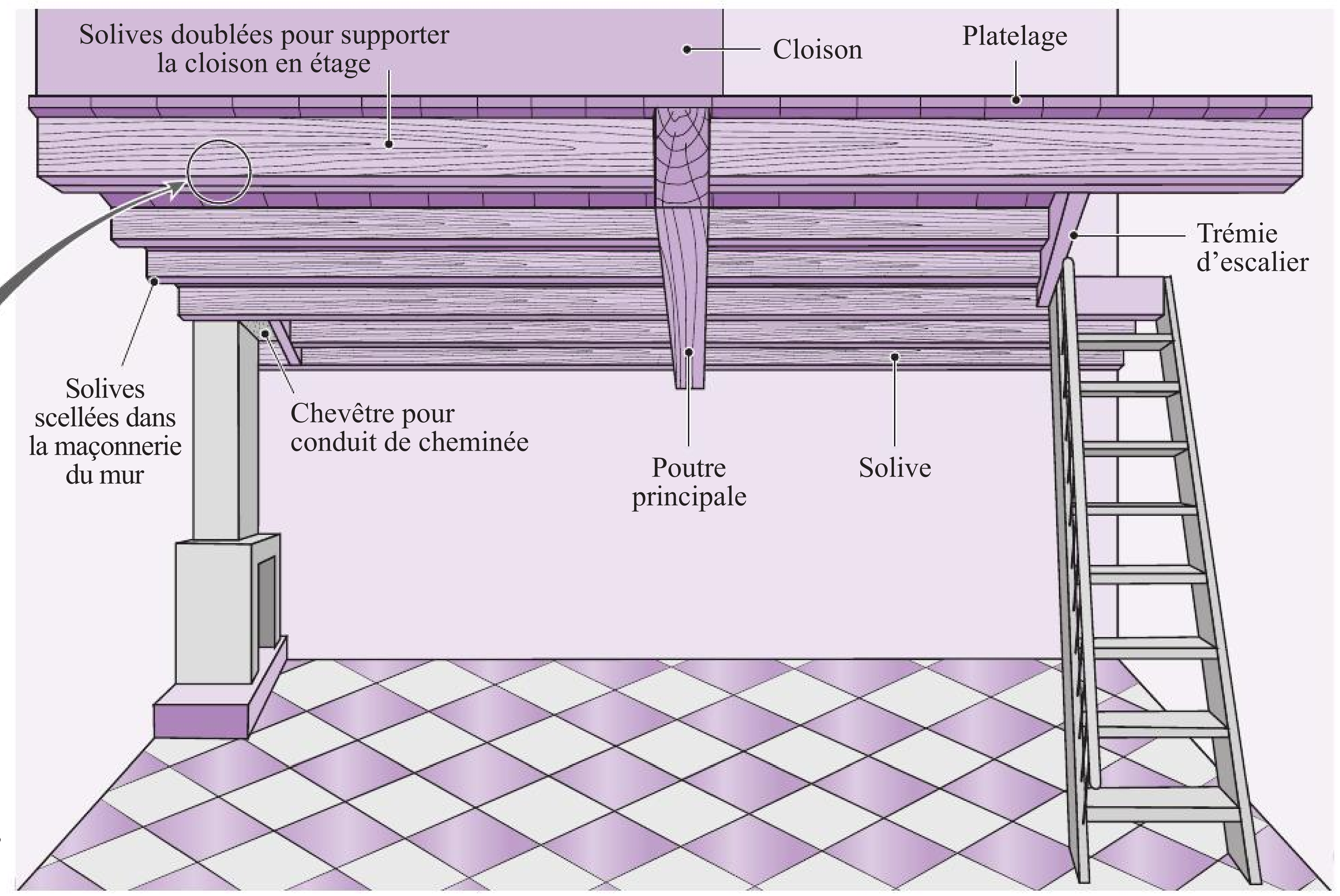
Un plancher en bois est constitué de solives posées sur des poutres ou sur des murs, et d'un platelage en parquet ou panneaux de bois. Les poutres sont des pièces de bois massives qui offrent un appui intermédiaire aux solives lorsque la portée est importante. Il existe divers assemblages entre poutres et solives, parfois accompagnés de renforts métalliques. Les chevêtres supportent les extrémités des solives au droit des ouvertures et trémies de cheminée ou d'escalier.

Éléments d'un plancher en bois

Les solives sont des pièces de bois minces dont la hauteur est généralement trois fois plus grande que la largeur (24 × 8 cm). Elles sont disposées selon un écartement qui dépasse rarement 50 cm, en fonction de leur portée et des charges appliquées. Pour faire face à une surcharge importante, localisée par exemple sous une cloison, les solives sont doublées.



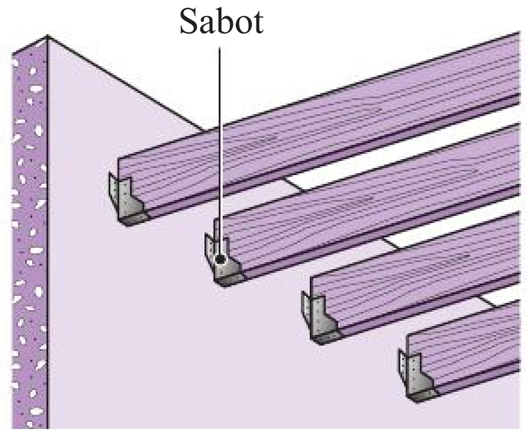
Doublage des solives au droit des cloisons



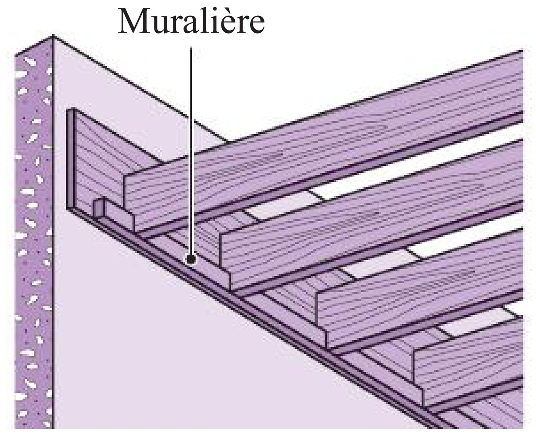
Plancher en solives avec appui intermédiaire sur poutre en bois

Appui des solives

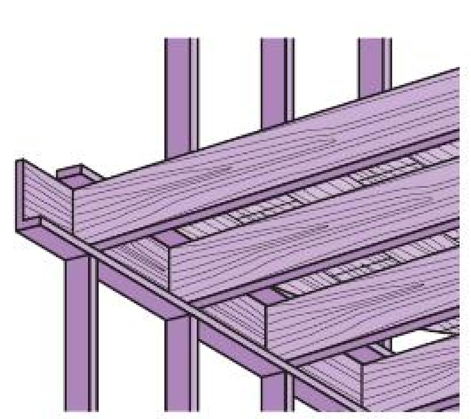
Les appuis de solives ou de poutres en bois sur un mur doivent assurer la transmission des charges.



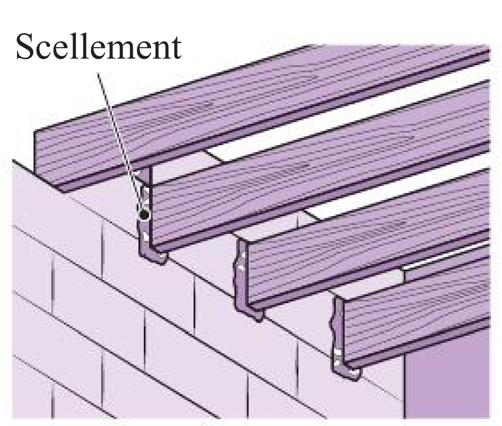
Sur sabots métalliques



Sur muralière



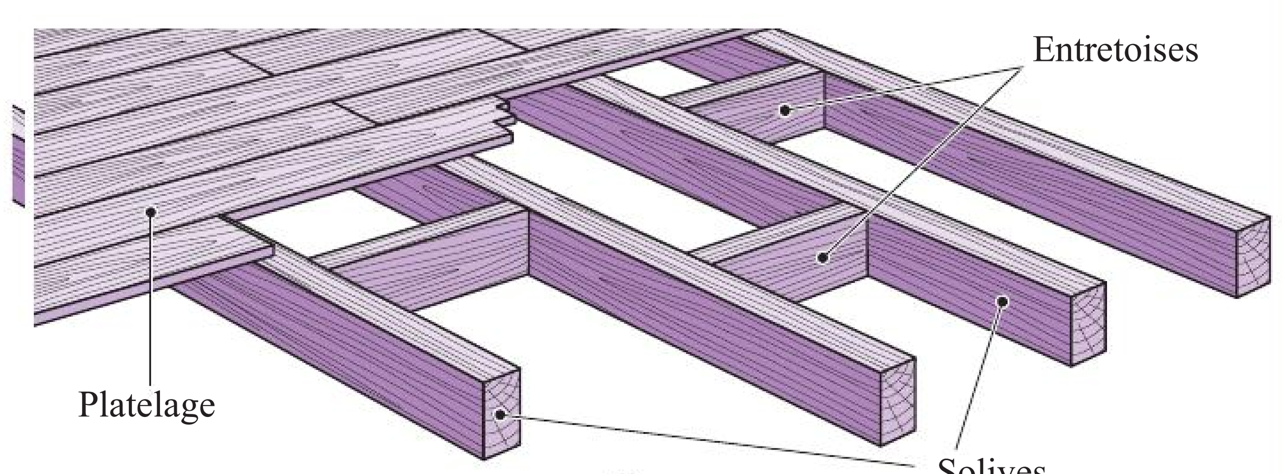
Sur mur à ossature bois

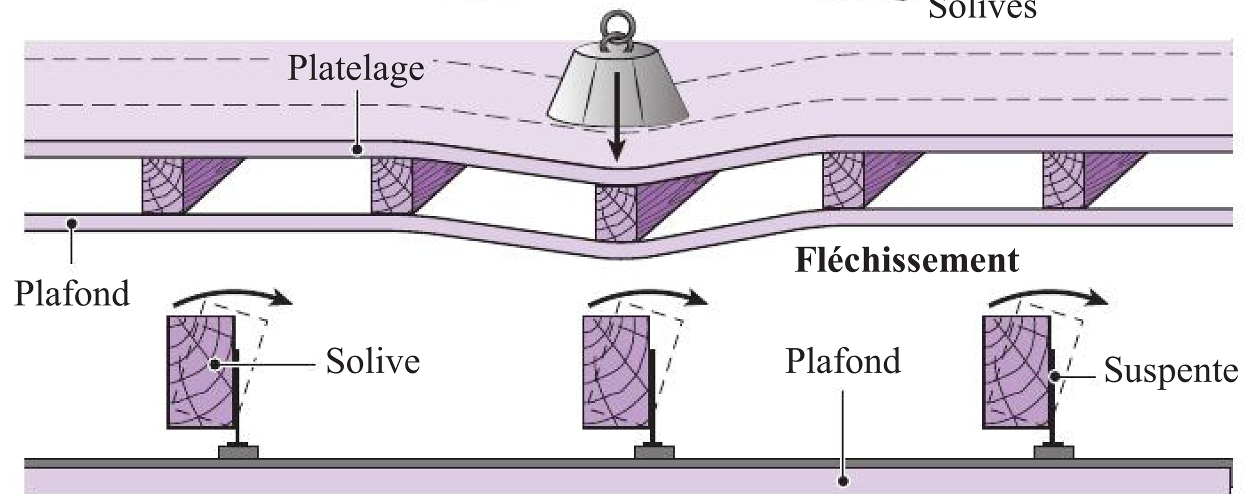


En réservation dans maçonnerie

Platelage et liaisons entre solives

Les liaisons entre solives sont réalisées au moyen d'un platelage en bois. En l'absence de platelage et dans le cas de plafonds suspendus lourds, la pose d'entretoises empêche le déversement et harmonise la déformation des solives.

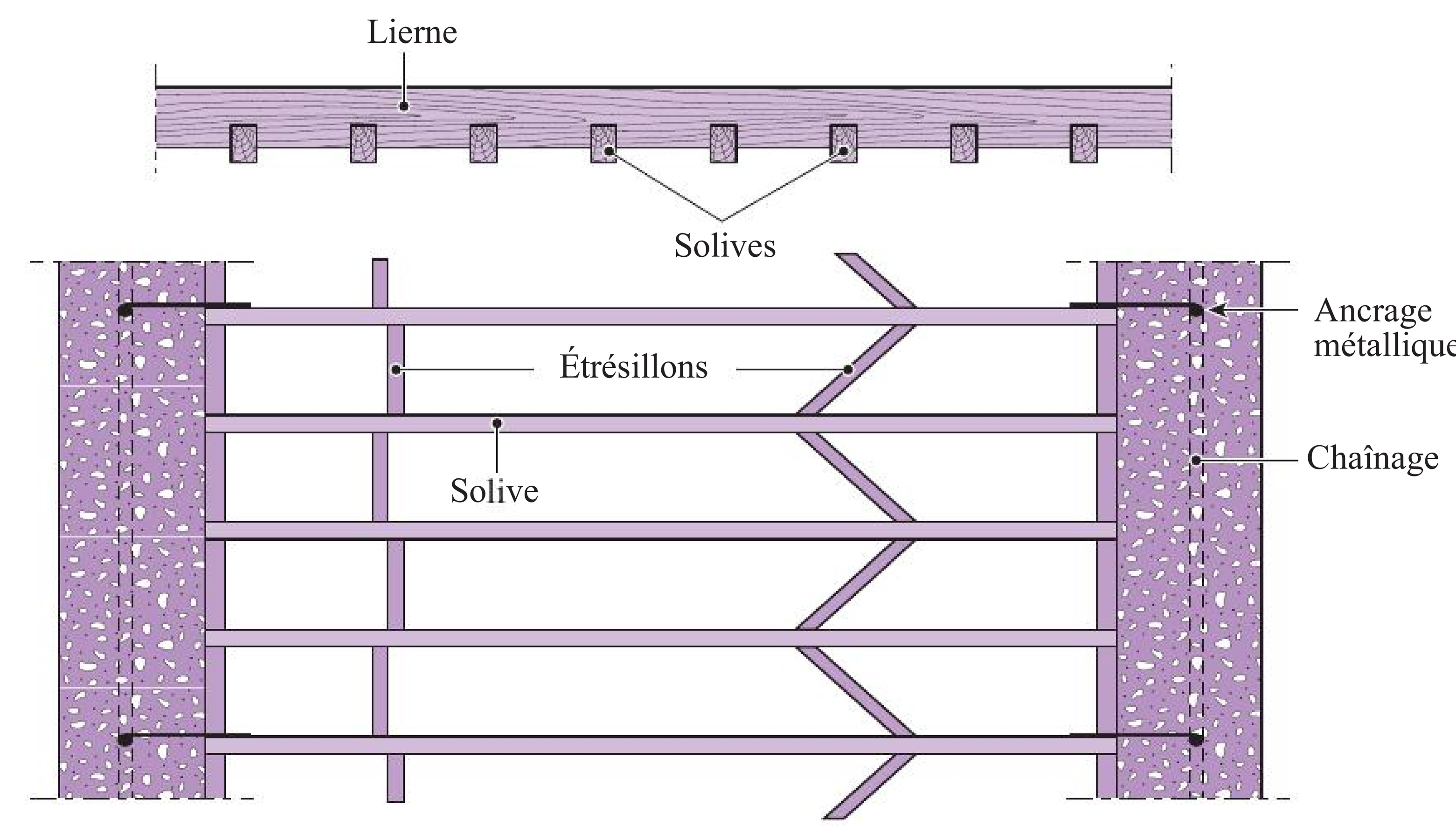




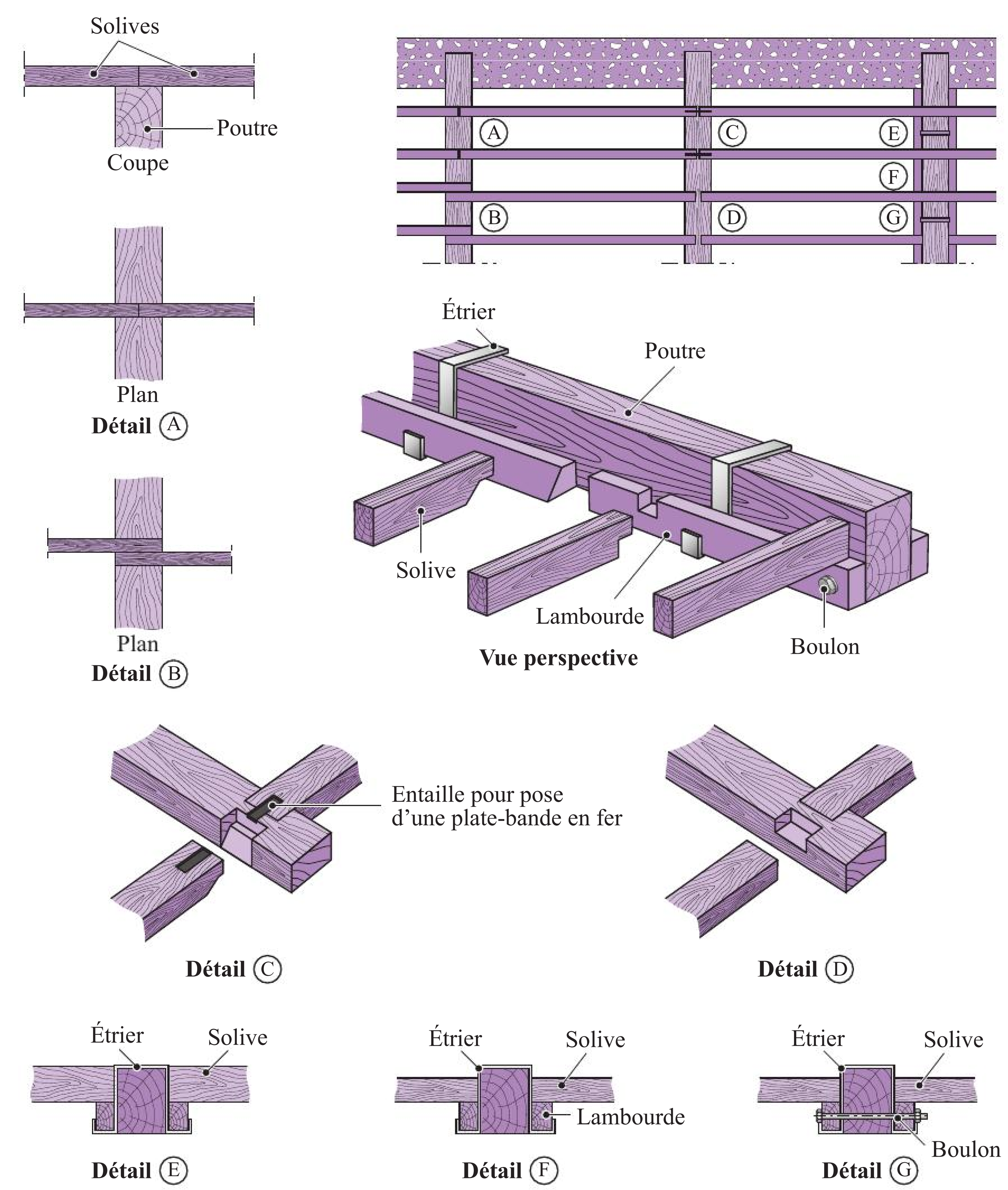
Déversement

Planchers anciens en bois

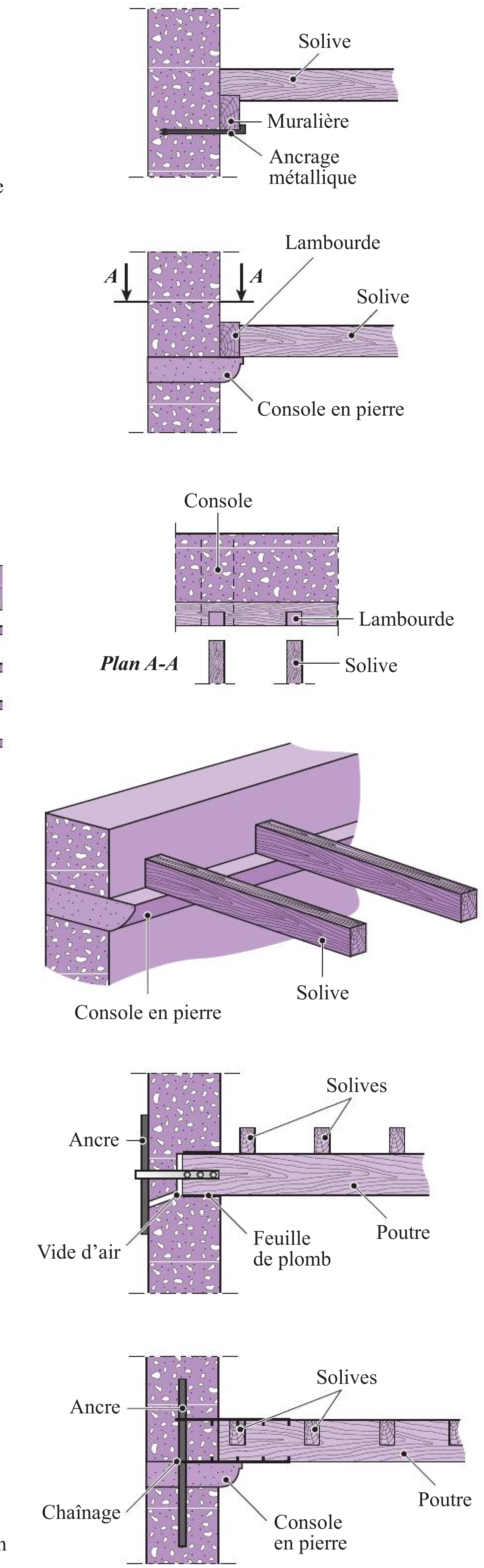
Les planchers en bois anciens sont généralement constitués de solives portant entre les murs de refend plutôt qu'entre les murs de façade, exposés aux intempéries. Des liernes ou des étrésillons (a) empêchent le déversement en solidarisant les solives entre elles. Les assemblages (b) sont réalisés par superposition, à mi-bois ou par étriers métalliques. Les appuis (c) sont réalisés par encastrement dans le mur, posés sur lambourde ou sur corbeau en pierre.



(a) Plan type d'un plancher en bois simple avec liernes ou étrésillons



(b) Détail des assemblages



(c) Appui des solives sur les murs

Comment ça marche

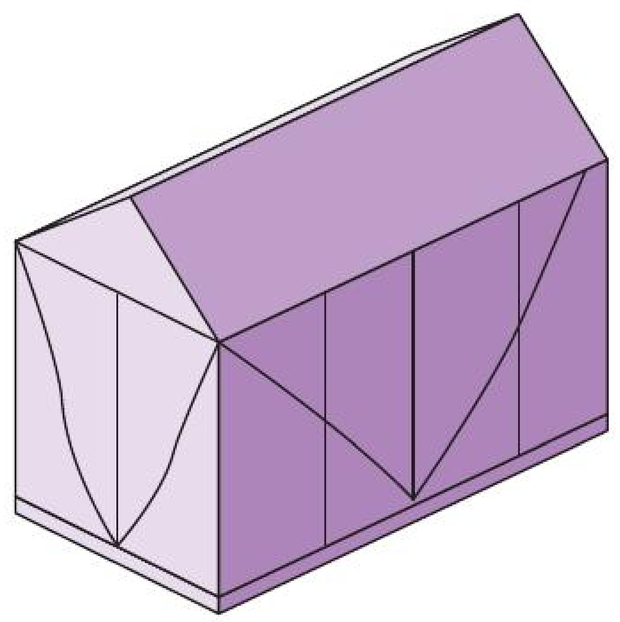
Pans de bois

Les pans de bois qui constituent la structure d'un bâtiment peuvent être cachés ou apparents, aussi bien en façade qu'à l'intérieur. Un remplissage constitué le plus souvent de briques ou de torchis assure le rôle de protection et d'isolant thermique. La construction en pans de bois offre l'avantage d'être relativement souple, modulable et transformable. La structure peut être démontée, modifiée et remontée en réutilisant les bois.

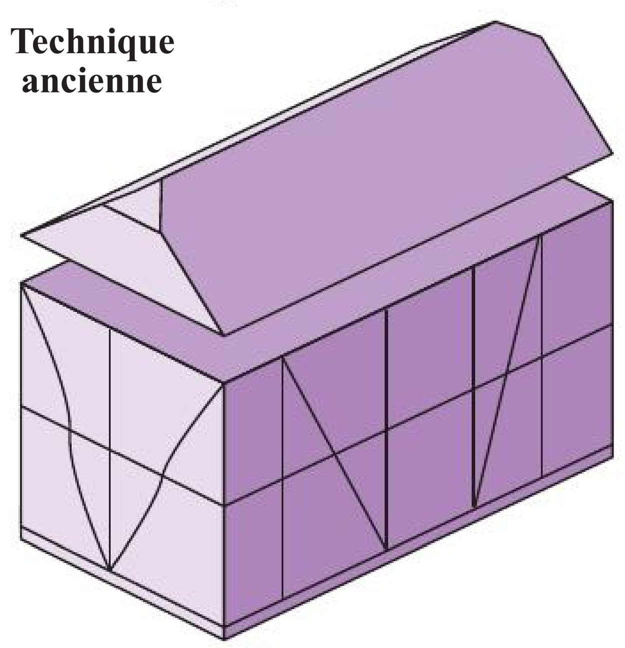
Vocabulaire

Un pan de bois comprend :
- des éléments horizontaux : les lisses ou sablières hautes et basses ;
- des poteaux : tournisses, poteau cornier, potelet, etc. ;
- des contrefiches obliques qui assurent le contreventement : écharpes ou guettes, en V ou en X (croix de Saint-André).

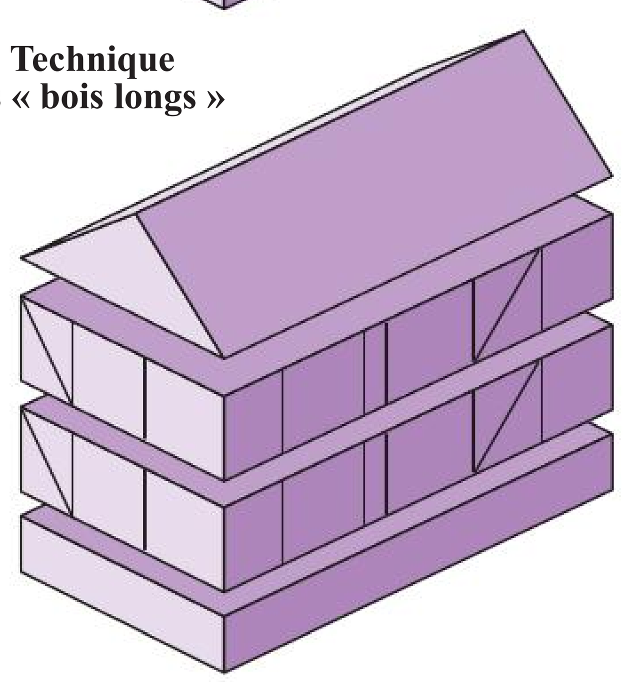
La fonction principale des poteaux et des sablières est de transmettre les charges. Assemblés les uns aux autres avec les éléments de contreventement, ils assurent la stabilité des ouvrages.



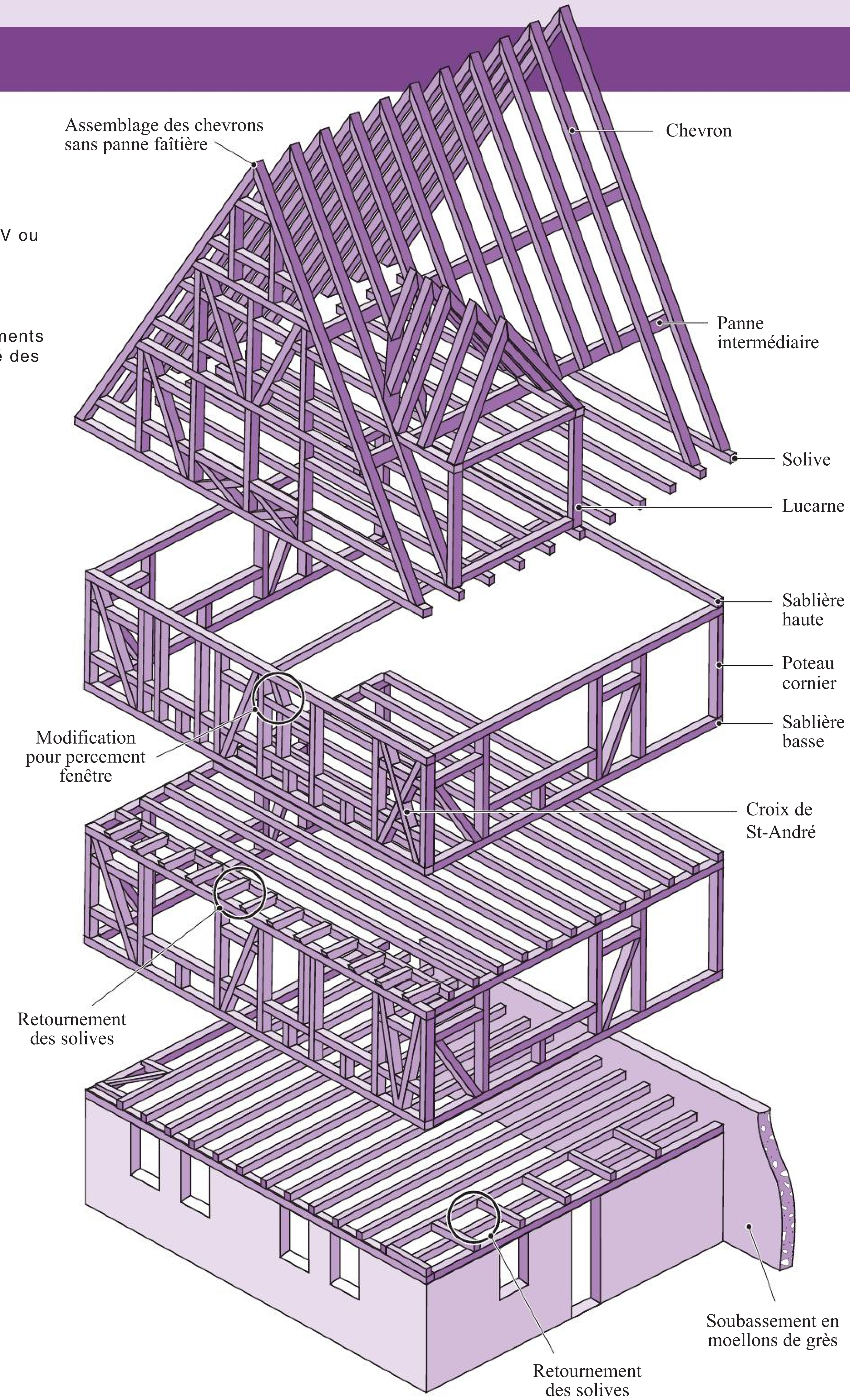
Technique ancienne



Technique des « bois longs »



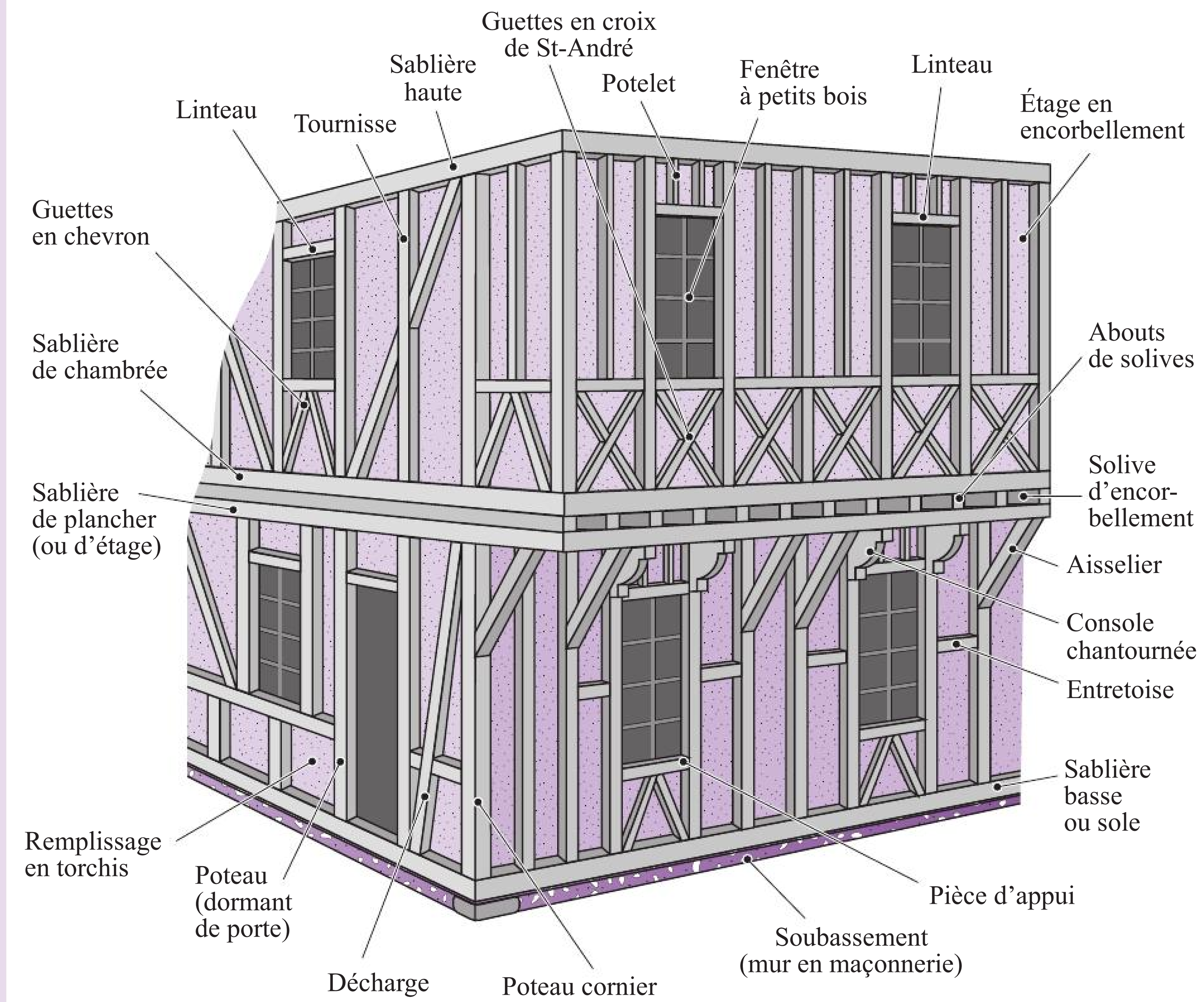
Technique des « bois courts »

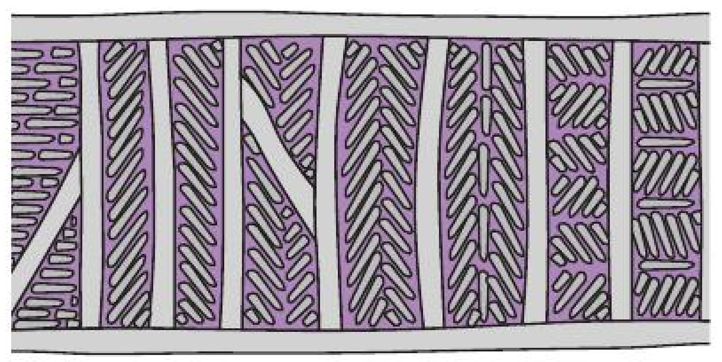


Structure en pans de bois rénovée

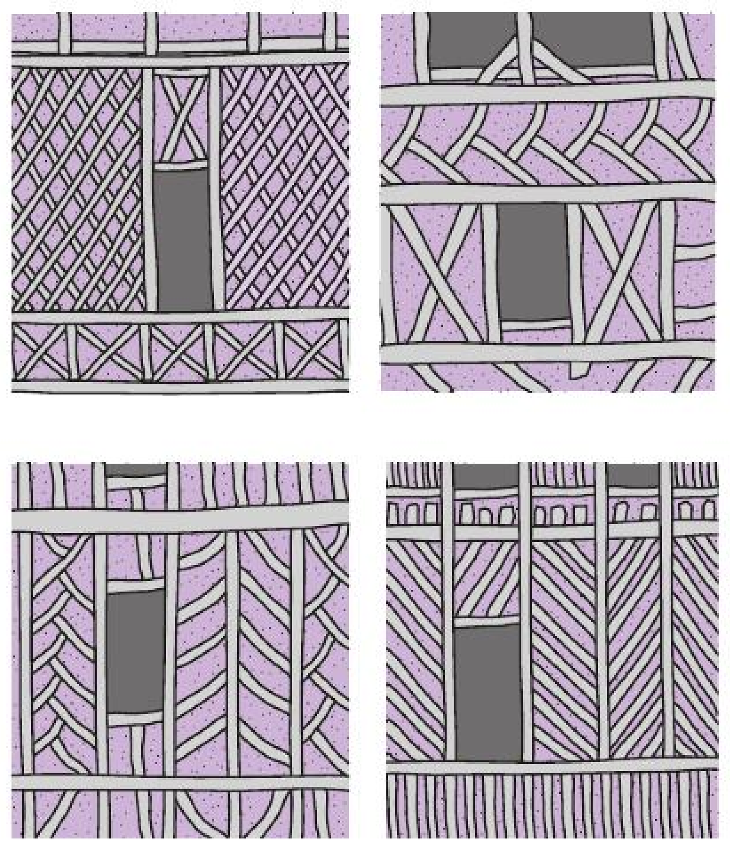
Remplissages

La structure des maisons à pans de bois est soit cachée (recouverte par un enduit), soit apparente. Selon les régions et les matériaux, les cavités entre les montants, traverses et contrefiches de l'ossature sont remplies de moellons, de plâtras, de plâtre, de briques de faible épaisseur, de torchis, etc.





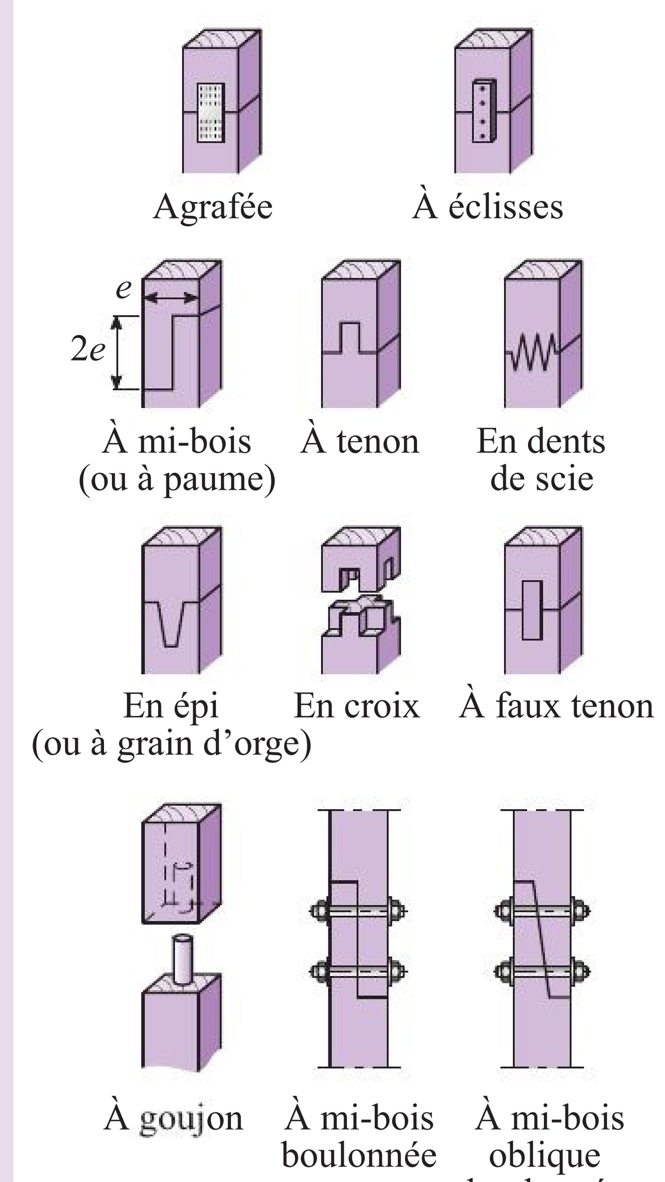
Remplissage en briques



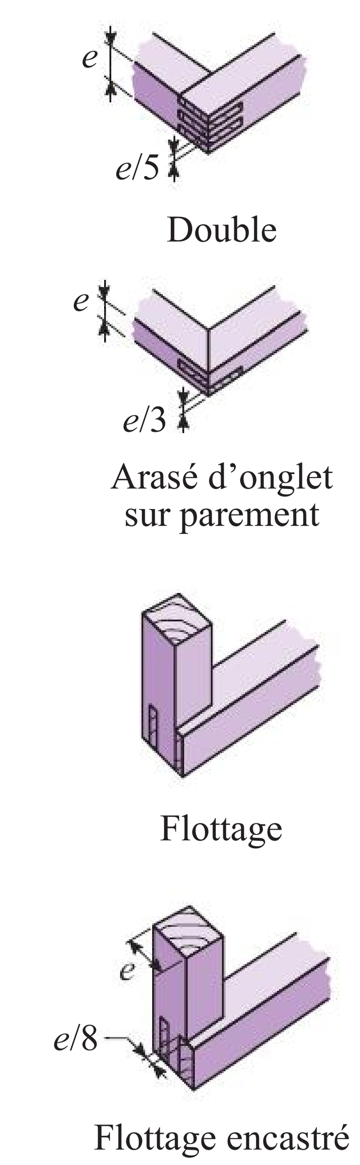
Remplissage en torchis

Assemblages

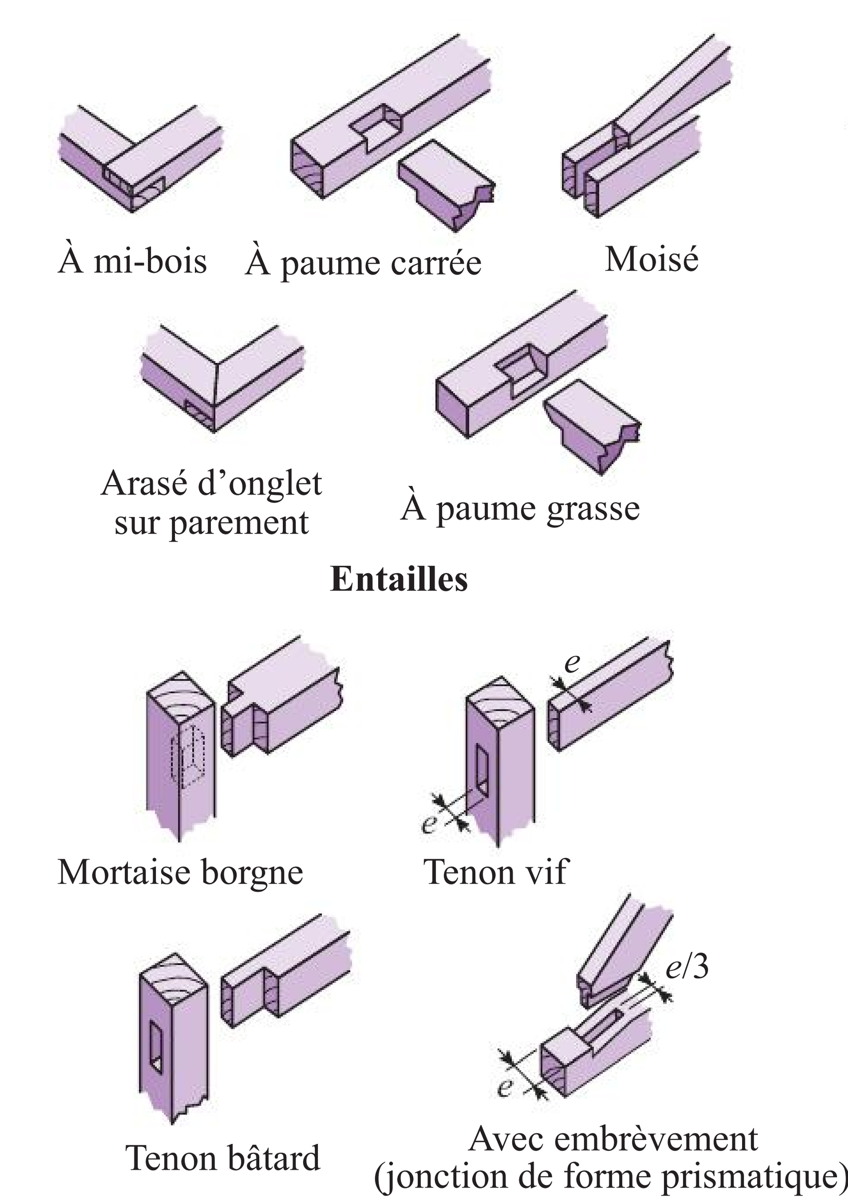
Les assemblages assurent la continuité et la solidarisation des éléments de la structure.
Ils sont démontables et réalisés par appui bois contre bois, vissage, chevillage ou boulonnage.



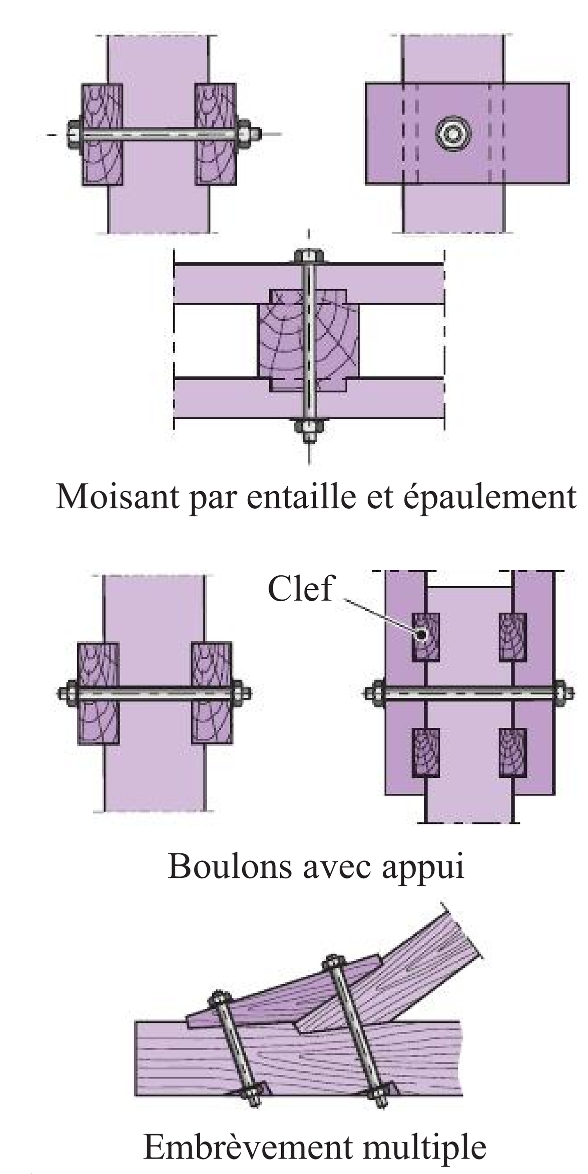
Entures en compression



Enfourchements



Assemblages directs



Assemblages par boulons

Structures en bois lamellé-collé

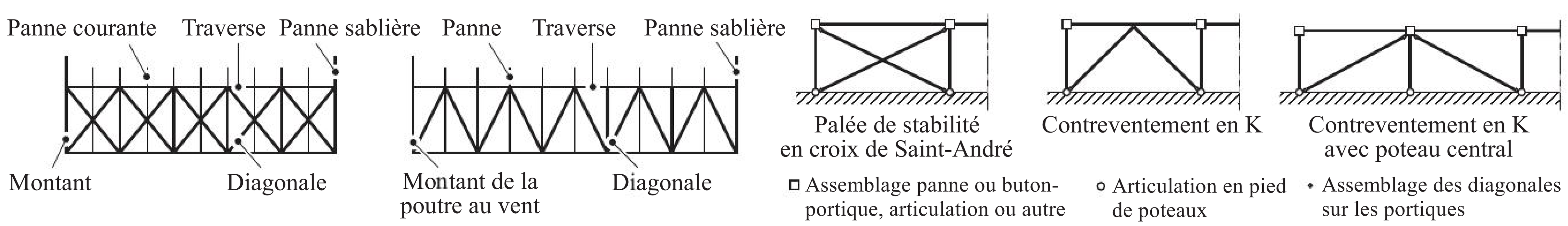
Comment ça marche

Les éléments structurels en bois lamellé-collé sont obtenus par l'aboutage et le collage de lamelles de bois dont le fil est généralement parallèle et dont la classe mécanique peut être identique ou différente. Les essences les plus couramment utilisées sont le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre, le douglas et le mélèze. Leurs dimensions maximales peuvent être d'une largeur de 210 mm, d'une hauteur de 2 m et d'une longueur de 40 m.

Schémas mécaniques

La conception d'ensemble d'un projet ou d'une structure en bois lamellé-collé découle de l'application d'un schéma mécanique. Le choix d'un type de schéma mécanique conduit à des assemblages spécifiques. La stabilité de ce type de structure se décompose selon deux plans :
- dans le plan transversal, avec un portique associé à un contreventement de la toiture (a et b) ;
- dans le plan longitudinal, grâce à l'action combinée d'un contreventement de la toiture et d'une palée de stabilité verticale (c).

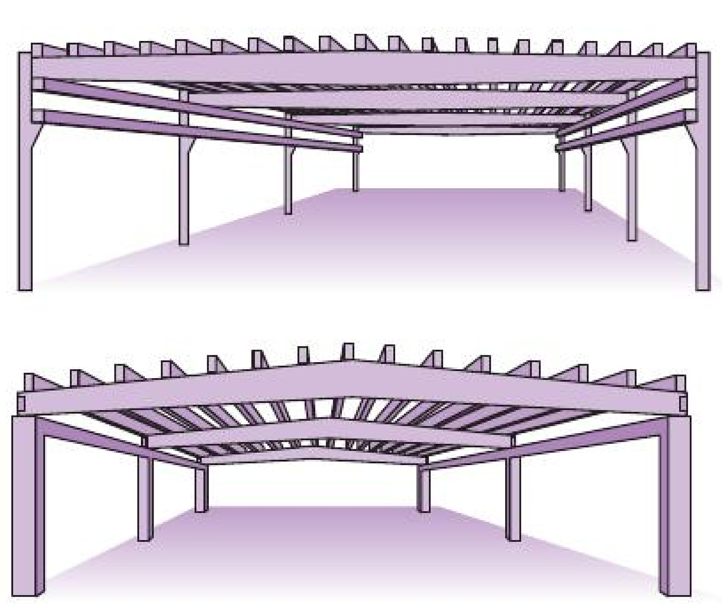
Arcs à assemblages courants	Portiques avec assemblages en rein	Portiques avec pieds de poteaux encastrés	Portiques avec traverses à consoles courtes
Structures isostatiques		Structures hyperstatiques	Structure statique
Arc à trois articulations	Portique à trois articulations	Portique avec charpente bi-articulée	Portique avec pieds de poteaux articulés et triangulation extérieure
Arc à deux articulations	Portique articulé en pied	Portique avec traverses bi-articulées	Portique avec pieds de poteaux articulés et triangulation intérieure



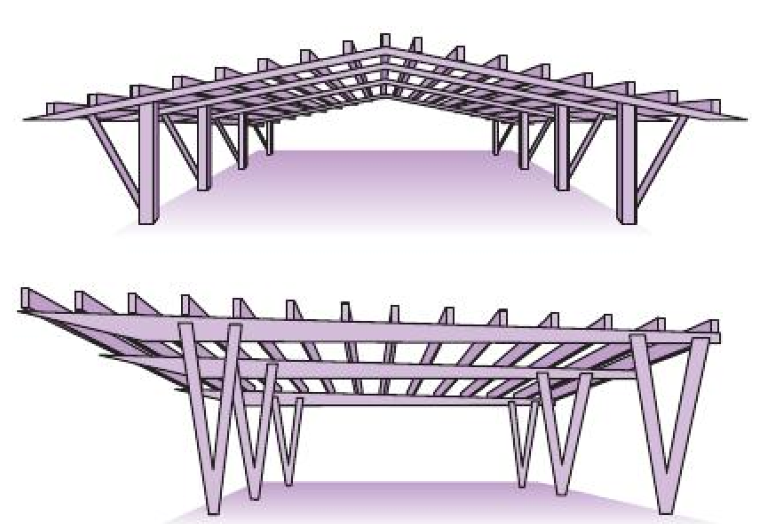
a **Contreventement en X** **b** **Contreventement en V** **c** **Palées de stabilité verticales**

Structures en poutres

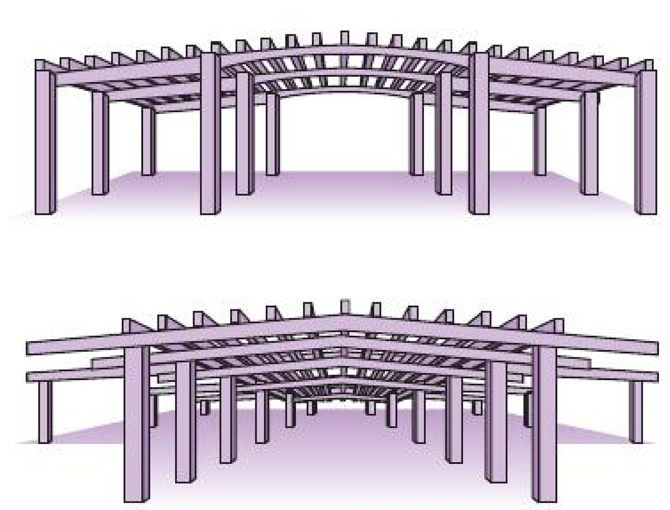
Les structures en poutres comportent des pièces travaillant sur des appuis libres, qu'elles soient droites ou courbes. La poutre ne peut comporter qu'une seule travée sur appuis libres, pour des portées allant jusqu'à une vingtaine de mètres. Elle peut également reposer sur des appuis multiples, les portées libres entre appuis pouvant alors atteindre une trentaine de mètres.



Poutres droites sur poteaux en béton



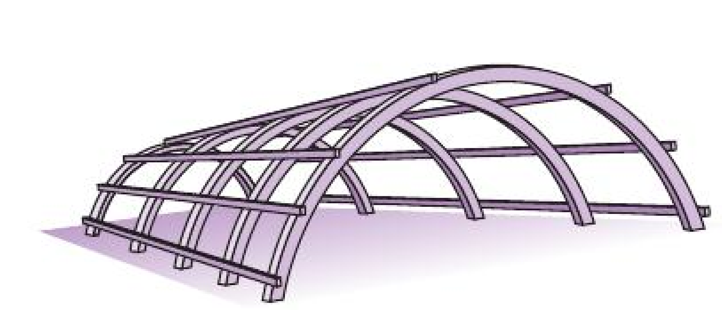
Poutres droites avec triangulations extérieures



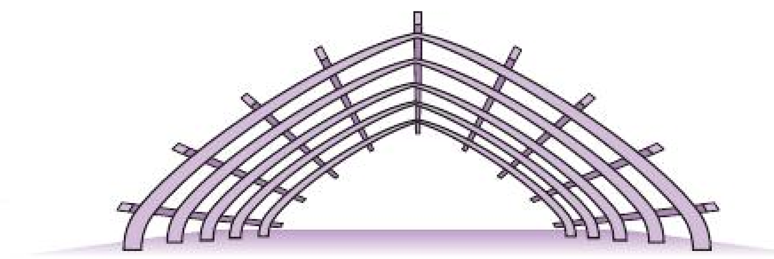
Poutres droites

Structures en arcs

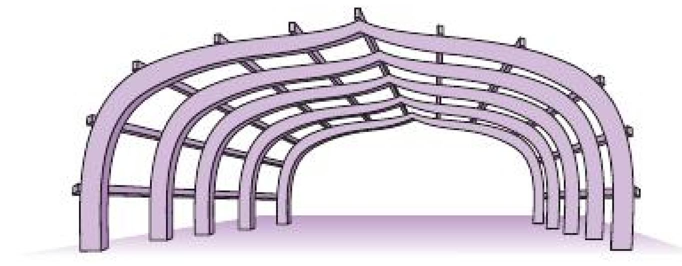
Les arcs sont utilisés pour les structures de moyennes portées. La limite de portée est essentiellement définie par la forme de l'arc et non par son fonctionnement, qu'il soit isostatique ou hyperstatique.



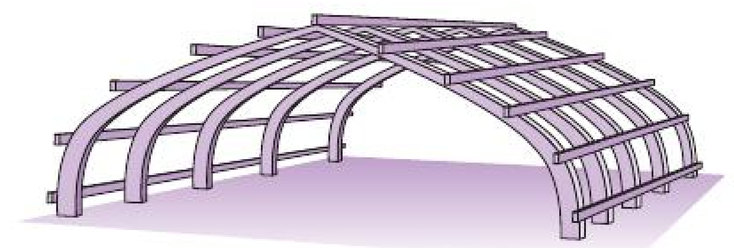
Structure en arc de cercle à 3 articulations, inertie constante, portée de 15 à 35 m



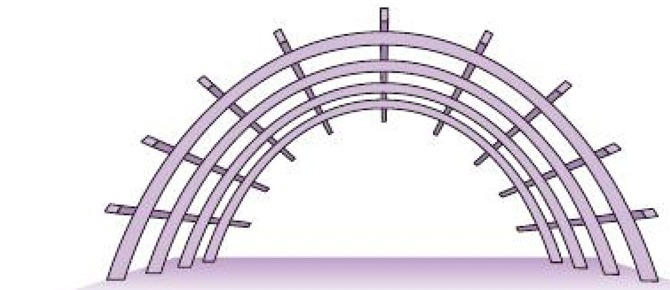
Arc à 3 articulations, flèche importante, portée de 50 à 70 m



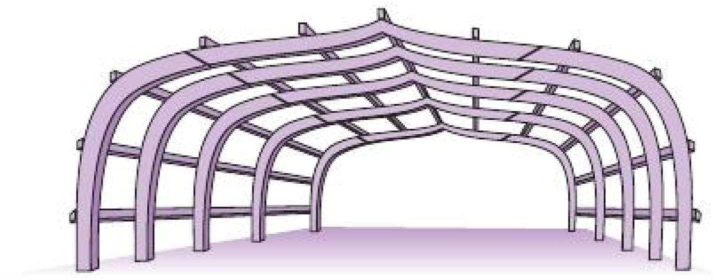
Arc courant à 3 articulations, portée de 10 à 25 m



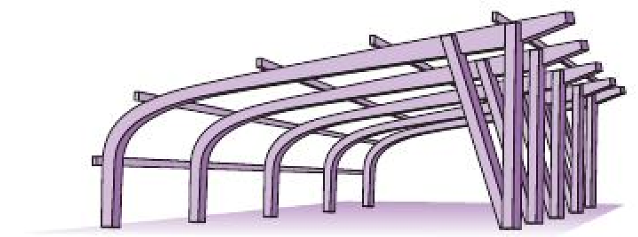
Arc courant à 3 articulations, portée de 10 à 100 m



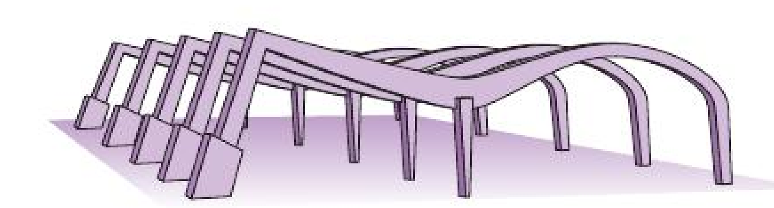
Arc à 3 articulations de forme parabolique, portée de 18 à 35 m



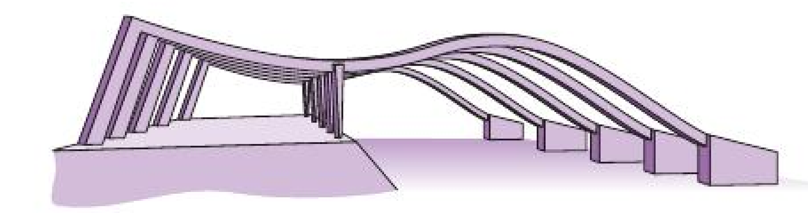
Arc à 2 articulations comportant 2 joints de transport, portée de 25 à 60 m



Arc à 2 articulations, avec triangulation extérieure, portée de 20 à 30 m



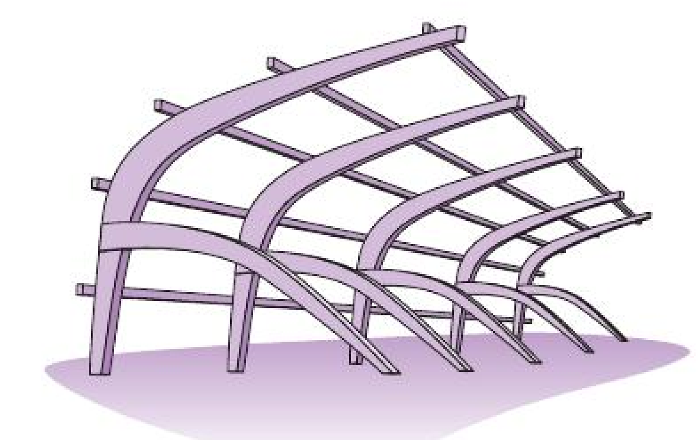
Structure pour hall de sport, portée de 20 à 30 m entre appuis

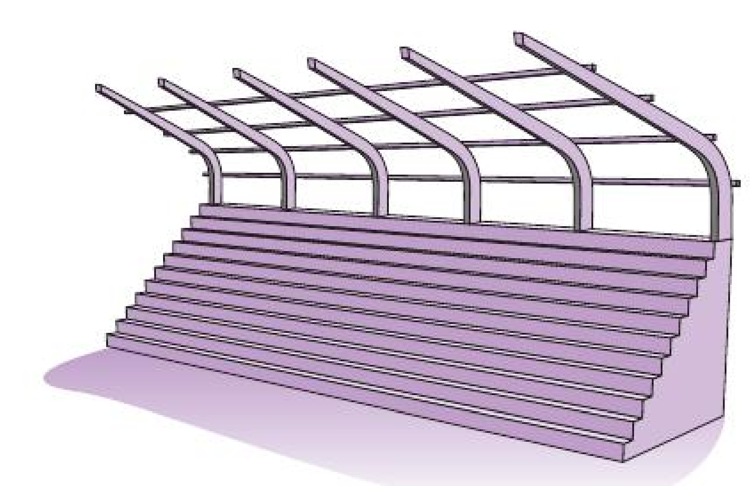


Structure pour hall de sport, arcs de section constante, portée de 20 à 40 m et plus entre appuis

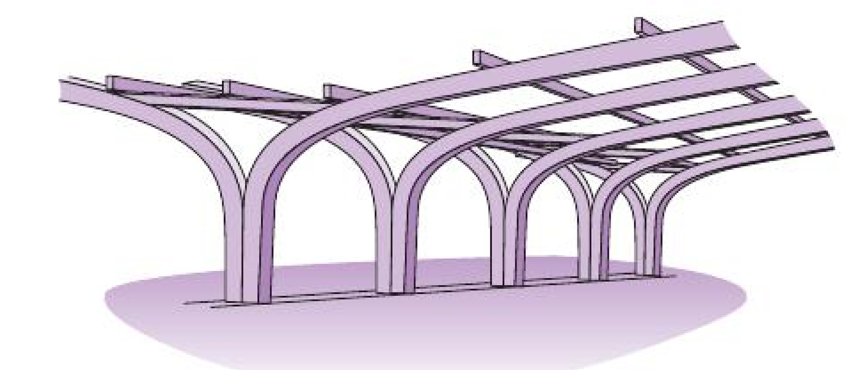
Structures en porte-à-faux

Ce type de structure est employé pour les ouvrages nécessitant une ouverture totale sur l'un des longs pans. Une attention particulière au choix des solutions d'ancrage ainsi qu'un entretien périodique sont indispensables.

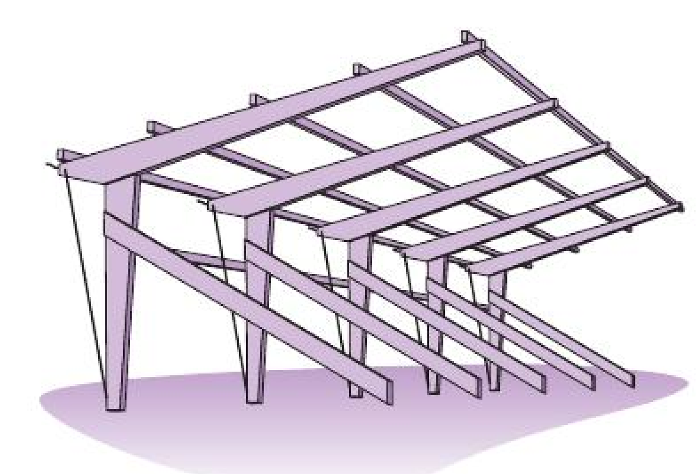




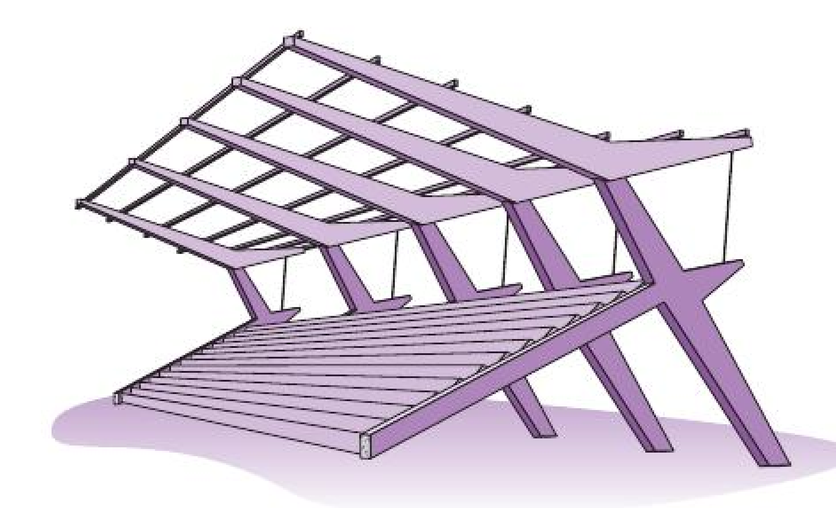
Tribunes de stade, porte-à-faux de 8 à 15 m



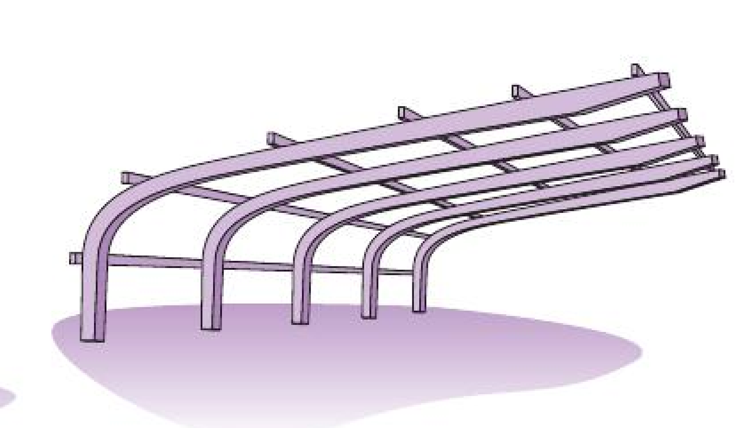
Double auvent, poteaux encastrés, portée de 3 à 10 m



Tribune de stade, formée uniquement de poutres droites, porte-à-faux de 10 à 15 m



Tribune de stade mixte bois-béton, avec traverses courbes, porte-à-faux de 10 à 15 m



Auvent, poteaux encastrés, portée de 5 à 10 m

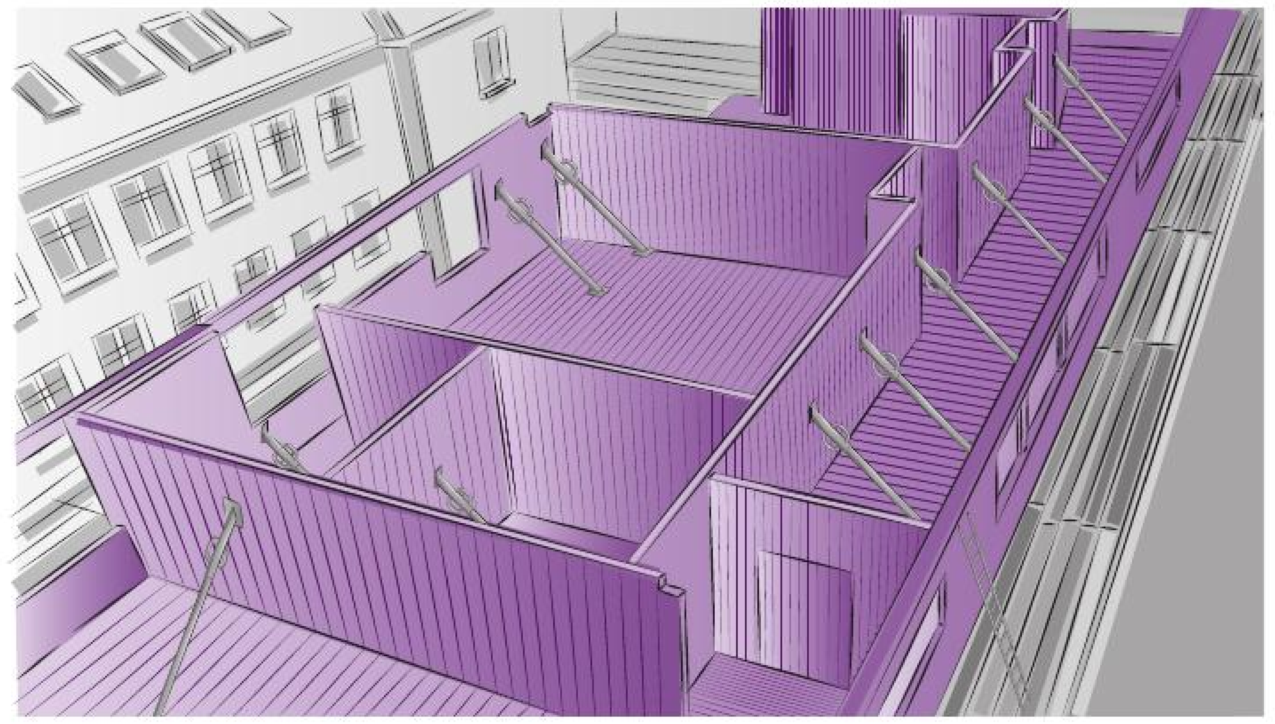
Comment ça marche

Bois massif lamellé-croisé (CLT)

Le CLT (*Cross Laminated Timber* ou bois massif lamellé-croisé) est un système constructif modulaire caractérisé par le collage croisé de ses couches constitutives. Matériau renouvelable et recyclable, le CLT permet, grâce à un haut niveau de préfabrication et de finition en usine, une mise en œuvre rapide sur le chantier, au moyen d'assemblages simples vissés. Le CLT permet la construction de bâtiments évolutifs et simplifie les travaux d'aménagement.

Caractéristiques

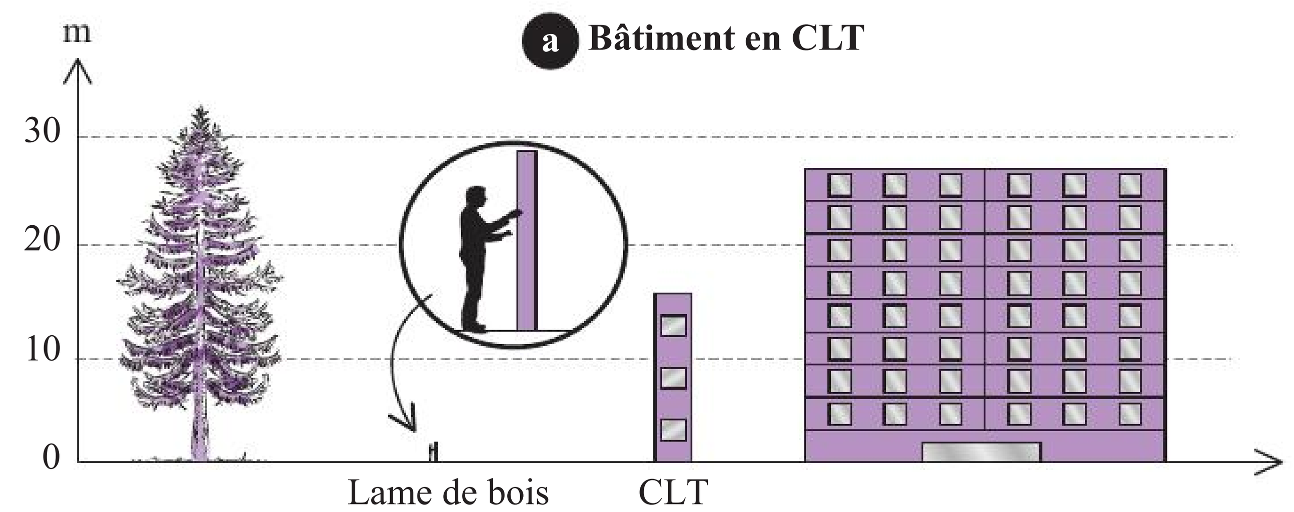
Matériau massif aux propriétés mécaniques cumulant les avantages du voile et les performances du bois, le CLT est mis en œuvre comme élément porteur et structurel, à la fois pour les murs, les planchers et les toitures (a). Des lames croisées confèrent au panneau ses performances mécaniques (b). Son mode de production permet d'éviter les aléas du bois brut (nœuds, pente de fil, etc.) pour obtenir un matériau dont les caractéristiques sont homogènes (c).



a Bâtiment en CLT

Nombre de plis	Agencement des couches	Caractéristiques et destination	Épaisseur (cm)
3		Petites portées et charges (mur et plancher)	6 à 12
5		Gain en stabilité et homogénéité (mur)	10 à 20
		Portée importante (plancher)	
7		Gain en stabilité et homogénéité (mur)	18 à 28
		Portée importante (plancher)	

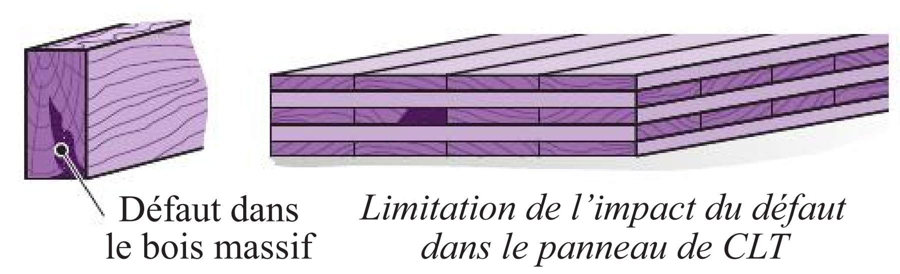
b Épaisseur et agencement des couches

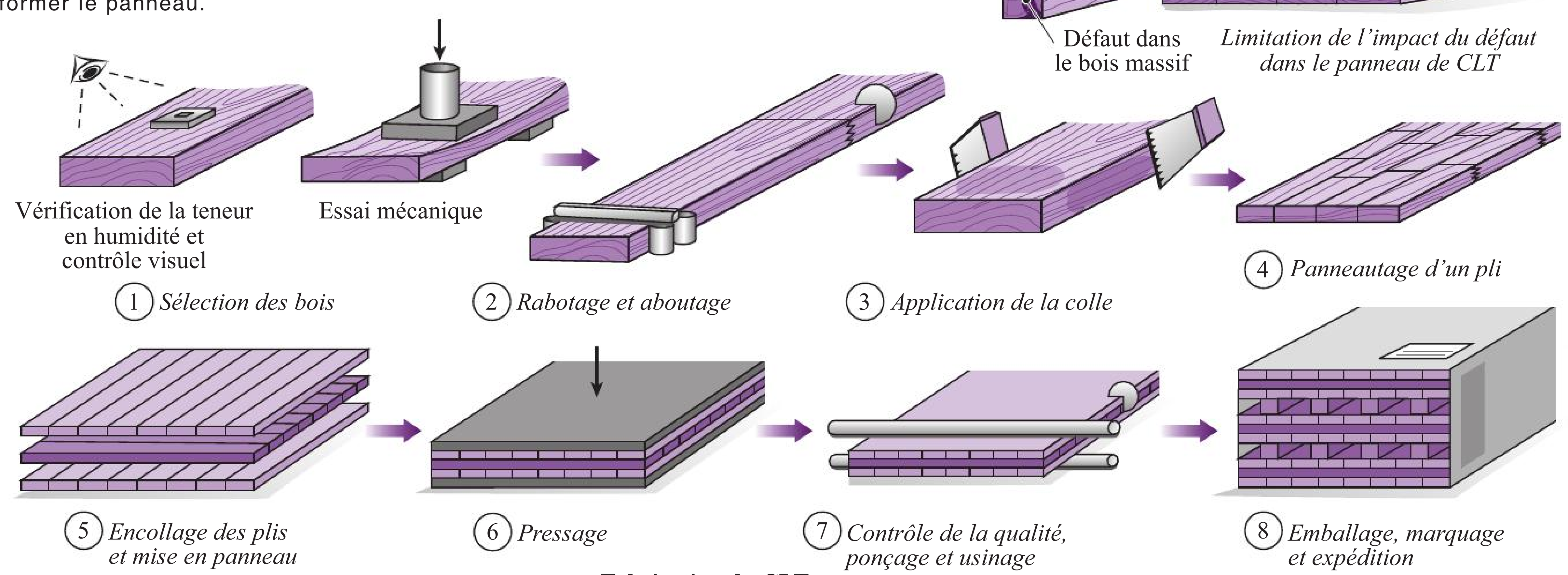


c Production du panneau

Fabrication

La fabrication des panneaux qui constituent les constructions en CLT s'effectue en deux étapes : la fabrication des couches ou plis par aboutage et collage des lames entre elles sur leurs chants, puis l'assemblage des plis entre eux par collage pour former le panneau.





Fabrication du CLT

Systèmes constructifs

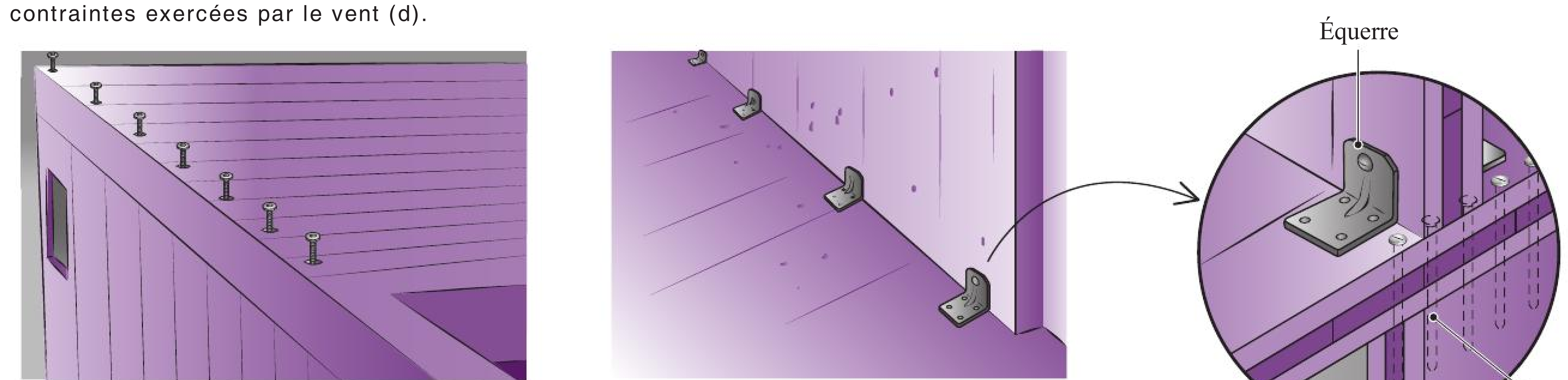
Les systèmes constructifs CLT permettent la préfabrication en usine. Les panneaux peuvent être mis en forme en amont du chantier suivant les directives du maître d'œuvre, ce qui permet d'envisager des usinages complexes : évidements, gorges et saignées, feuillures, forages, etc. (a). Des points de levage permettent la manipulation du panneau en usine et sur le chantier (b). L'industrialisation de la production permet de compléter la finition extérieure en fonction de l'utilisation envisagée :
- à l'extérieur : isolation, revêtement de façade par bardage, enduit, pose de menuiseries, etc. ;
- à l'intérieur : plaques de plâtre, panneaux de médium, vernis polyuréthane spéciaux, etc.



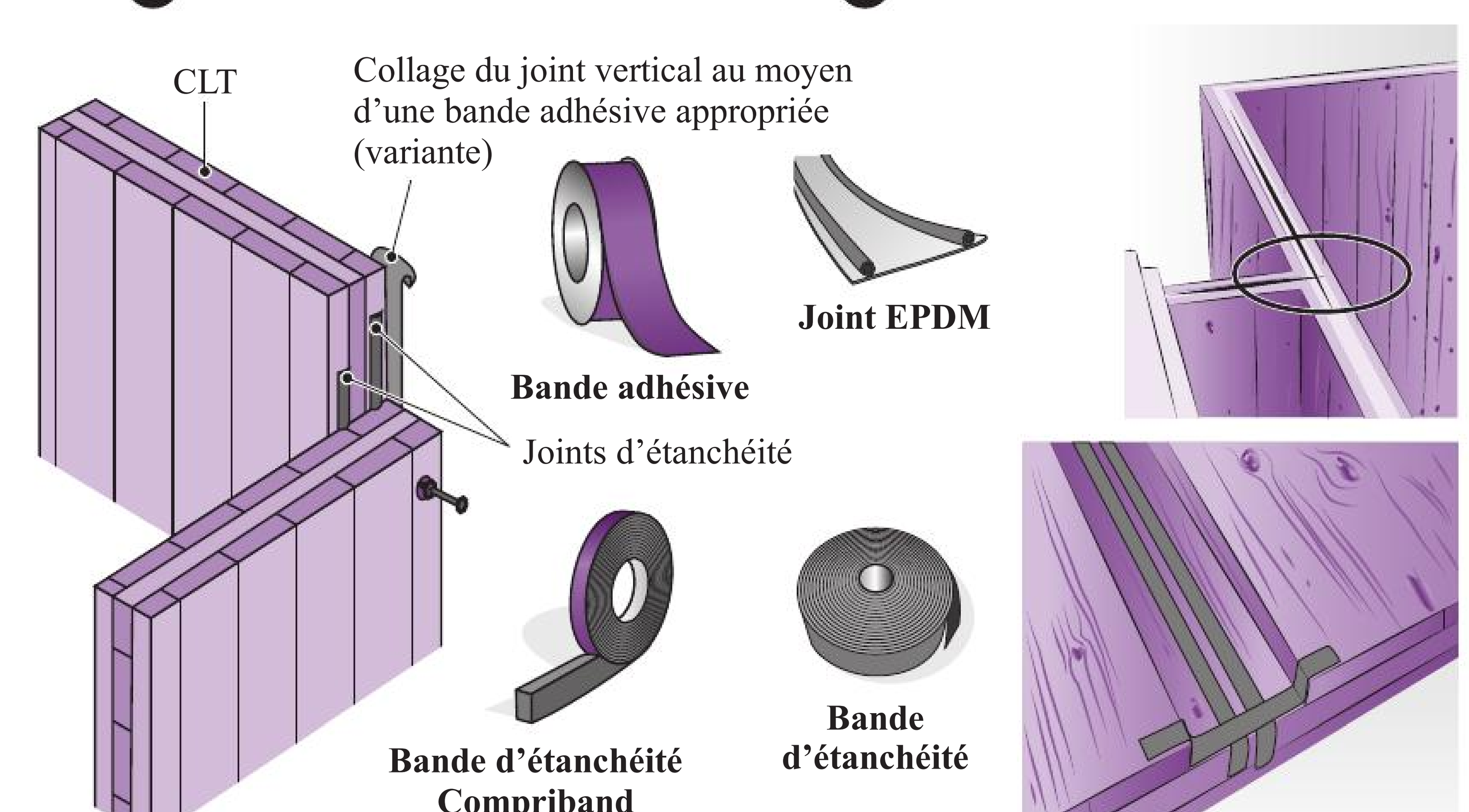
a Usinages **b** Levage **c** Finitions

Assemblage et mise en œuvre

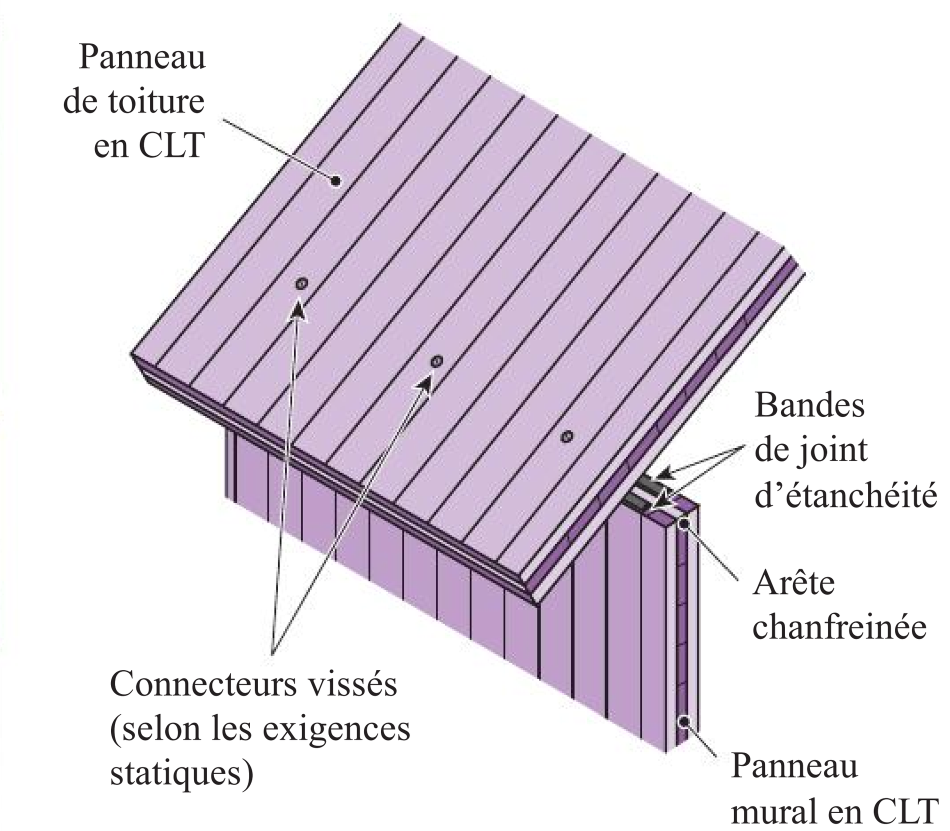
L'avantage des structures en CLT réside dans la simplicité des assemblages qui se font directement en contact bois-bois avec des pièces standard telles que des vis (a), des équerres (b) ou des cornières. Le calfeutrement des joints est réalisé au moyen de bandes d'étanchéité compressibles ou de bandes adhésives spécifiques (c). Les connecteurs vissés, qui permettent l'assemblage des panneaux muraux et des panneaux de toiture, absorbent les forces de cisaillement dans le sens de la surface d'appui et les forces de dépression résultant des contraintes exercées par le vent (d).



a Jonction plancher-mur par vis **b** Liaison d'étage mur-plancher par équerres



c Calfeutrement des joints



d Assemblage toiture-panneau mural

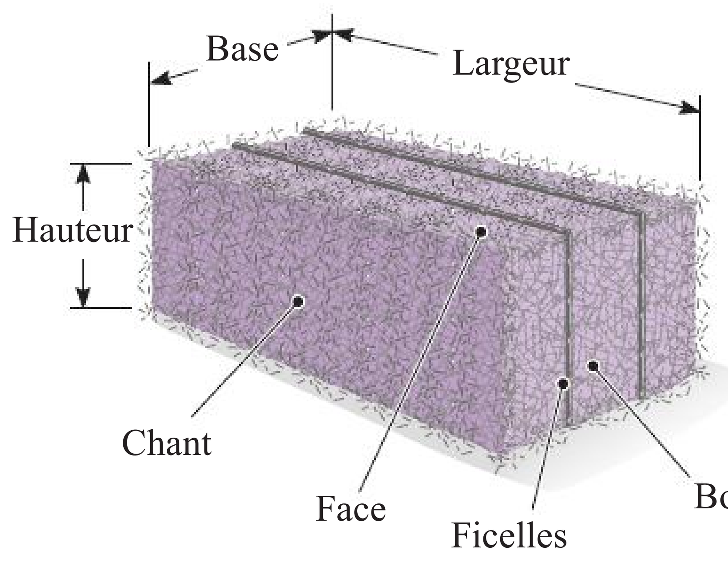
Comment ça marche

Construction en paille

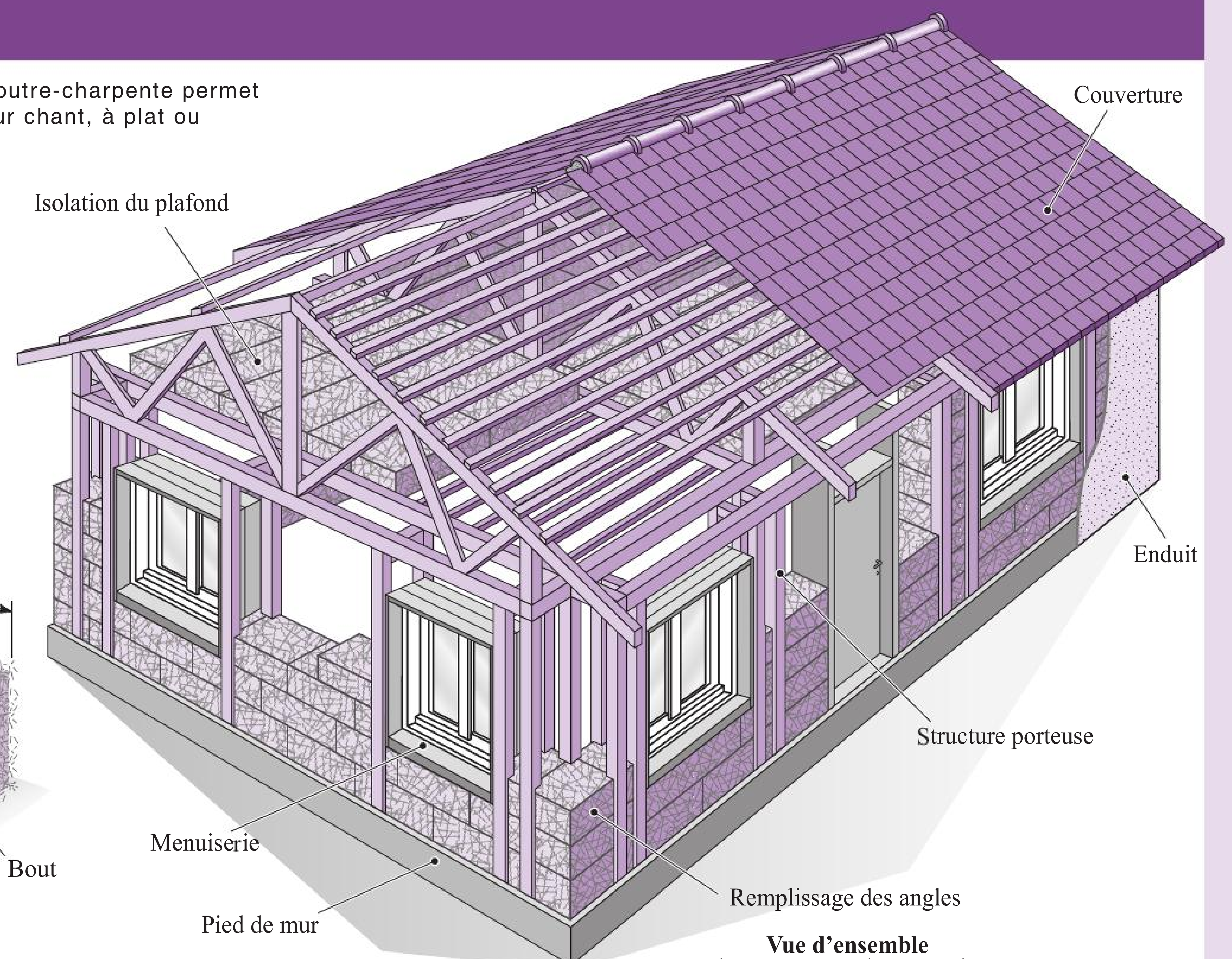
La paille est la tige sèche d'une céréale dépouillée de ses épis. Les bottes de paille utilisées dans la construction proviennent de la culture de céréales (blé, triticale, seigle, orge, etc.) à l'exception de l'avoine. La paille de blé compressée constitue un isolant à la fois thermique et acoustique performant et régule l'humidité des pièces en assurant la respiration du matériau. Les bottes de paille servent au remplissage des murs extérieurs et intérieurs, des toitures, des combles et des cloisons.

Vocabulaire

Une double structure en bois poteau-poutre-charpente permet d'insérer les bottes de paille posées sur chant, à plat ou verticalement, en quinconce ou empilées les unes sur les autres de manière jointive, assurant à la fois le rôle de remplissage et d'isolation de la paroi. Les dimensions des bottes sont légèrement supérieures à celles des volumes dans lesquels elles sont insérées, au plus près des ossatures et des parements, de manière à ne laisser aucun jeu. Les vides éventuels de la structure doivent être comblés.



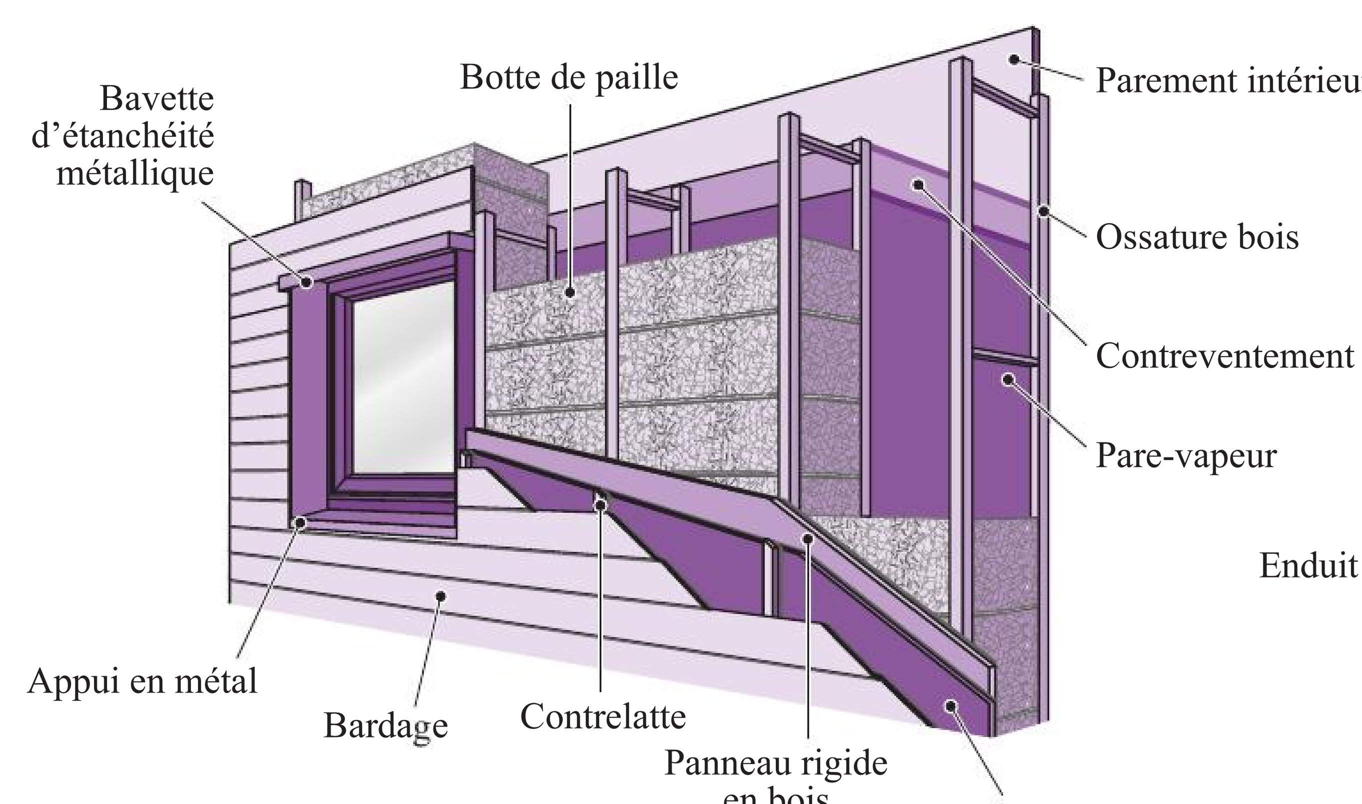
Terminologie des parties visibles d'une botte de paille



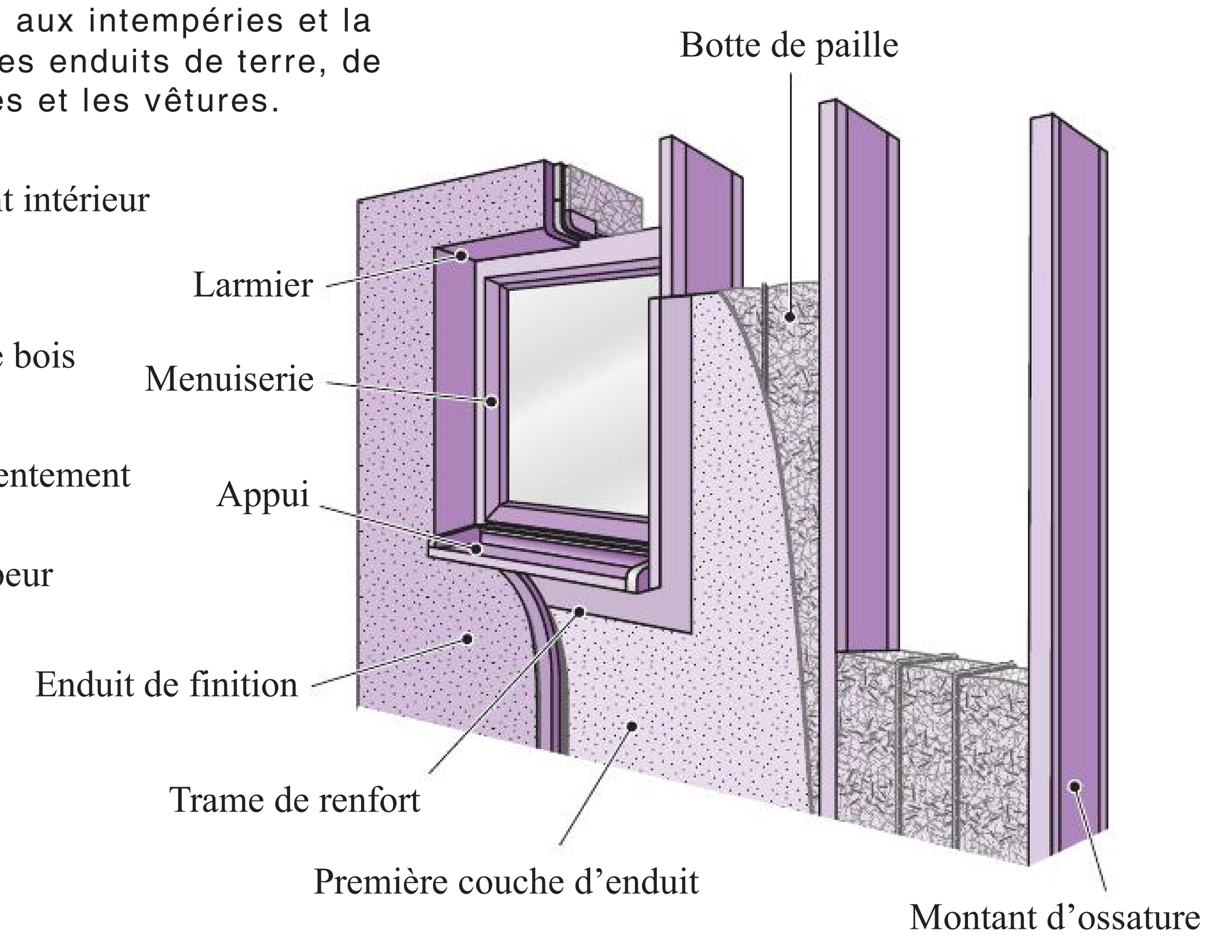
Vue d'ensemble d'une construction en paille

Détails et revêtements des murs extérieurs

Les revêtements extérieurs sont choisis selon leur niveau de protection aux intempéries et la situation du bâtiment. On distingue, par ordre croissant de protection, les enduits de terre, de terre avec finition à la chaux, de terre stabilisée, de chaux, les bardages et les vêtures.



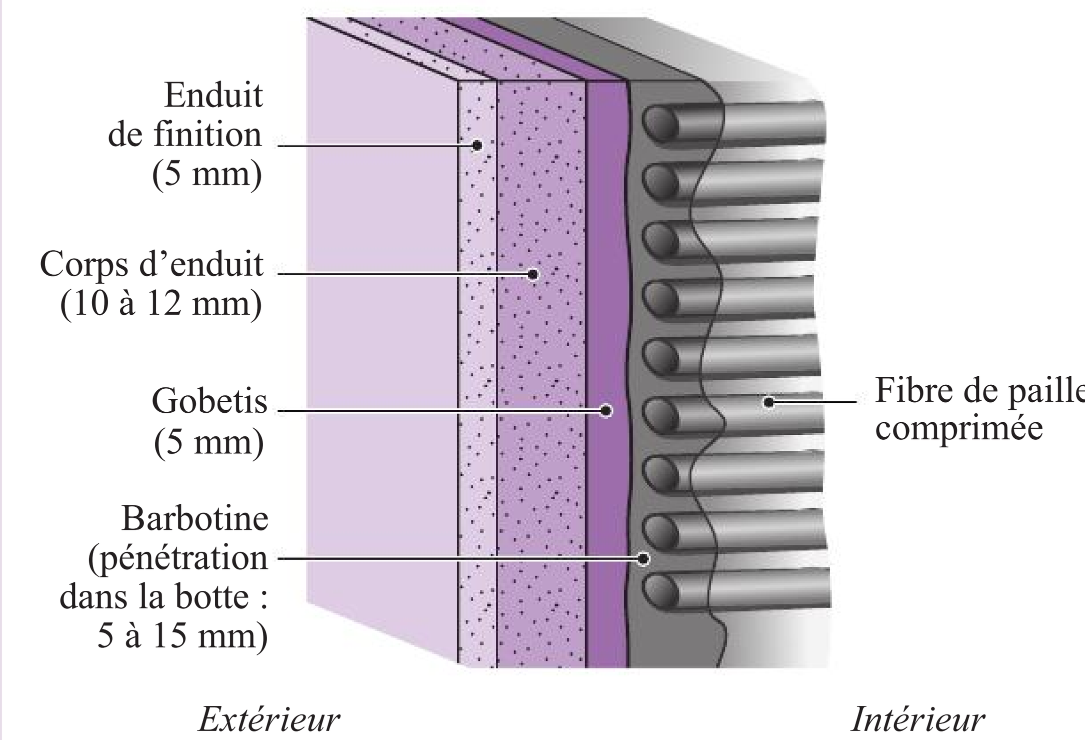
Détail d'un mur extérieur avec bardage bois



Détail d'un mur extérieur avec enduit de finition

Enduits

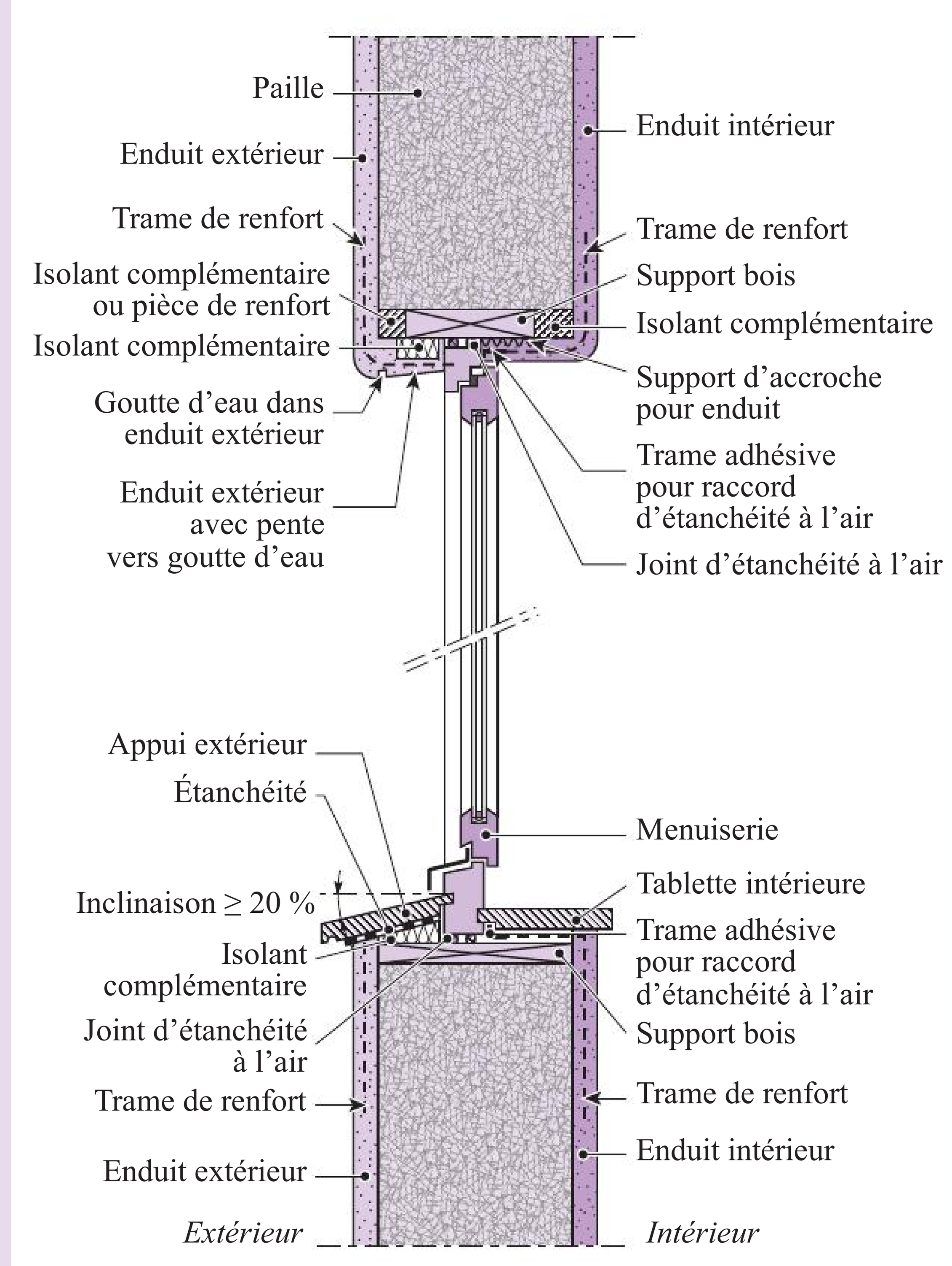
Les enduits sont mis en œuvre sur une légère couche de barbotine qui pénètre dans la paille. L'épaisseur cumulée minimale des enduits appliqués doit être suffisante pour couvrir totalement les fibres de la paille.



Différentes couches d'enduit

Menuiseries

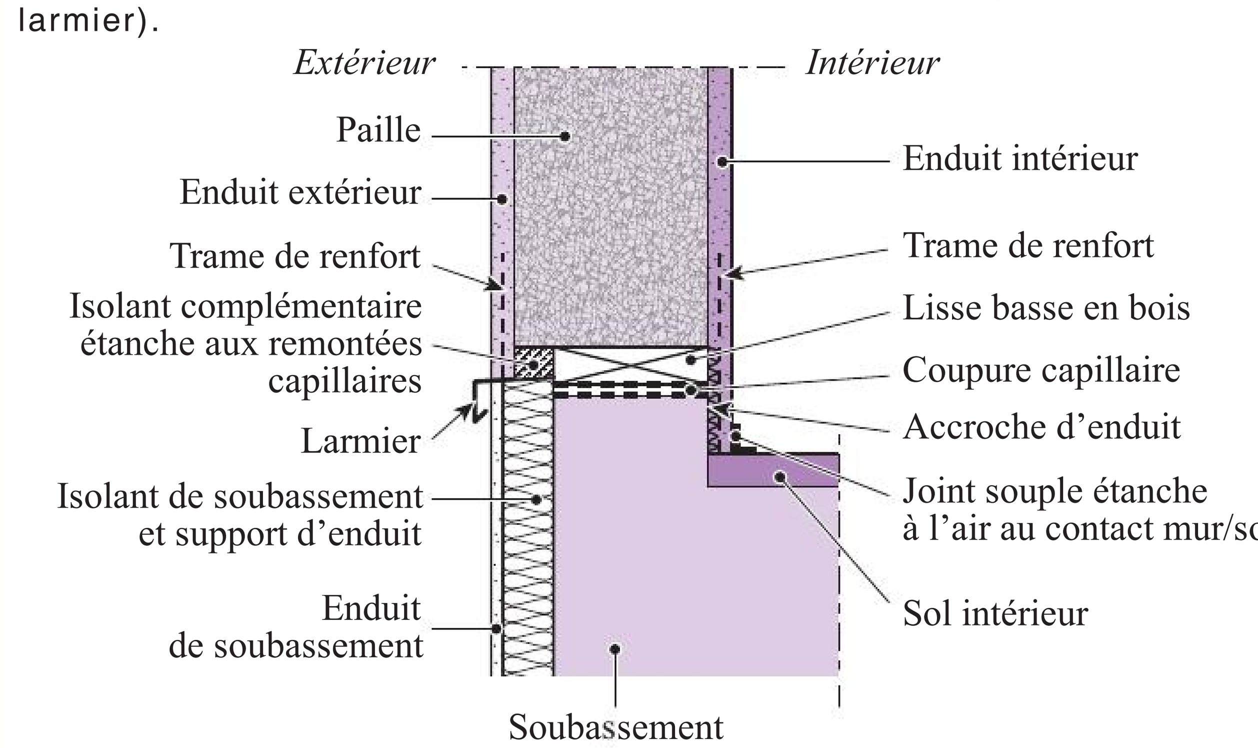
Les menuiseries doivent assurer la continuité de l'étanchéité à l'eau, à l'air et minimiser les ponts thermiques. Les appuis et tableaux sont conçus de façon à rejeter vers l'extérieur toutes les eaux reçues ruisselant sur leur surface.



Appui en bois
Finition linteau avec retour enduit

Étanchéité en pied de mur

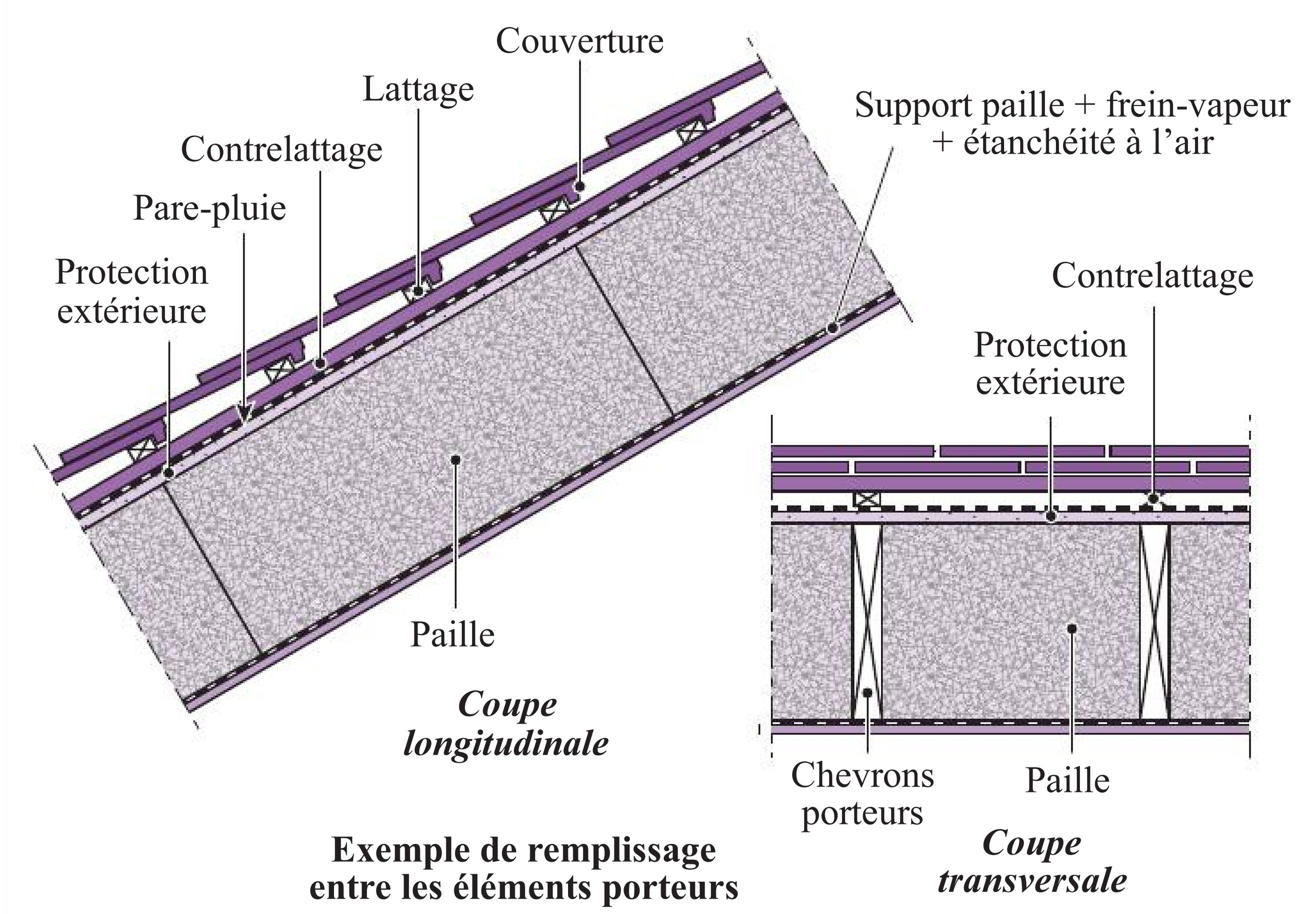
La liaison entre le mur et le soubassement comprend une rupture capillaire qui empêche les remontées d'humidité vers les bottes de paille, et un dispositif de protection contre les rejaillissements (garde au sol, larmier).



Exemple de liaison entre soubassement et paroi verticale

Isolation thermique des toitures et plafonds

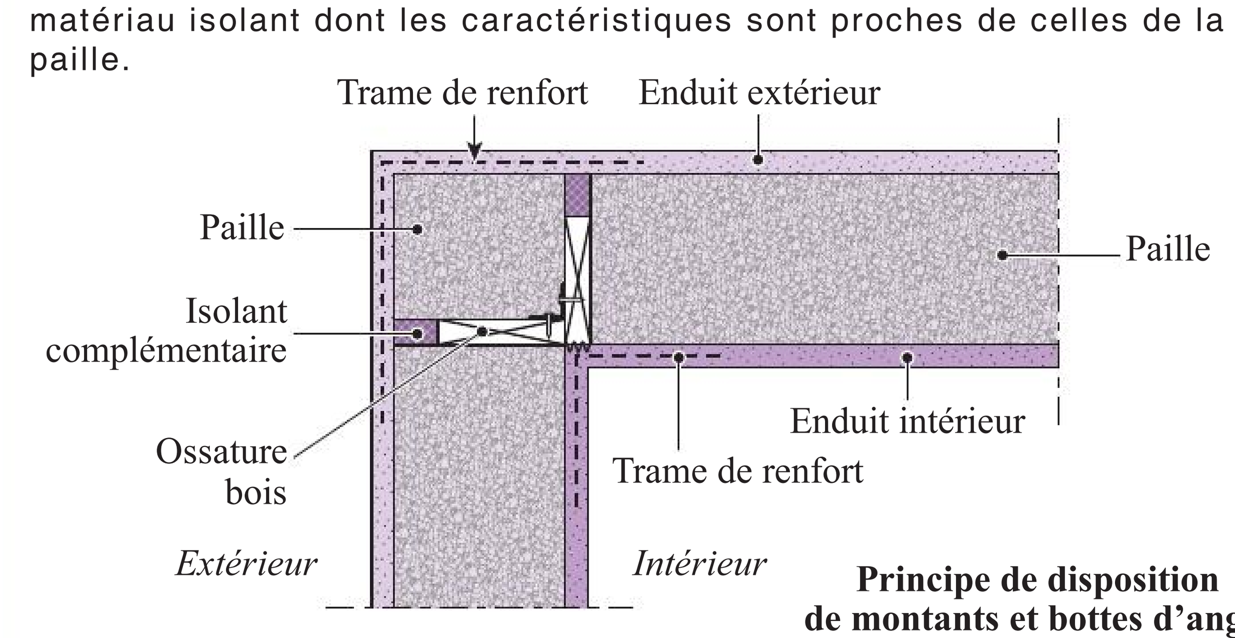
Les bottes de paille sont disposées entre les éléments porteurs ou sur ceux-ci entre des raidisseurs qui supportent la couverture.



Exemple de remplissage entre les éléments porteurs

Mise en œuvre des angles

Des montants en bois disposés en équerre ou des dispositifs équivalents assurent le maintien des bottes d'angle. Les vides sont comblés avec un matériau isolant dont les caractéristiques sont proches de celles de la paille.



Principe de disposition de montants et bottes d'angle

Comment ça marche

Vérandas

Une véranda est un ouvrage vitré qui permet d'agrandir et d'améliorer le confort d'une habitation. Elle peut remplir les fonctions de jardin d'hiver non chauffé, de sas d'entrée ou de pièce à vivre chauffée et utilisable toute l'année. Son enveloppe doit répondre à des critères de confort thermique, d'étanchéité à l'eau et à l'air ainsi que de stabilité structurelle. Sa jonction avec un gros œuvre déjà stabilisé et avec le sol doit être soignée.

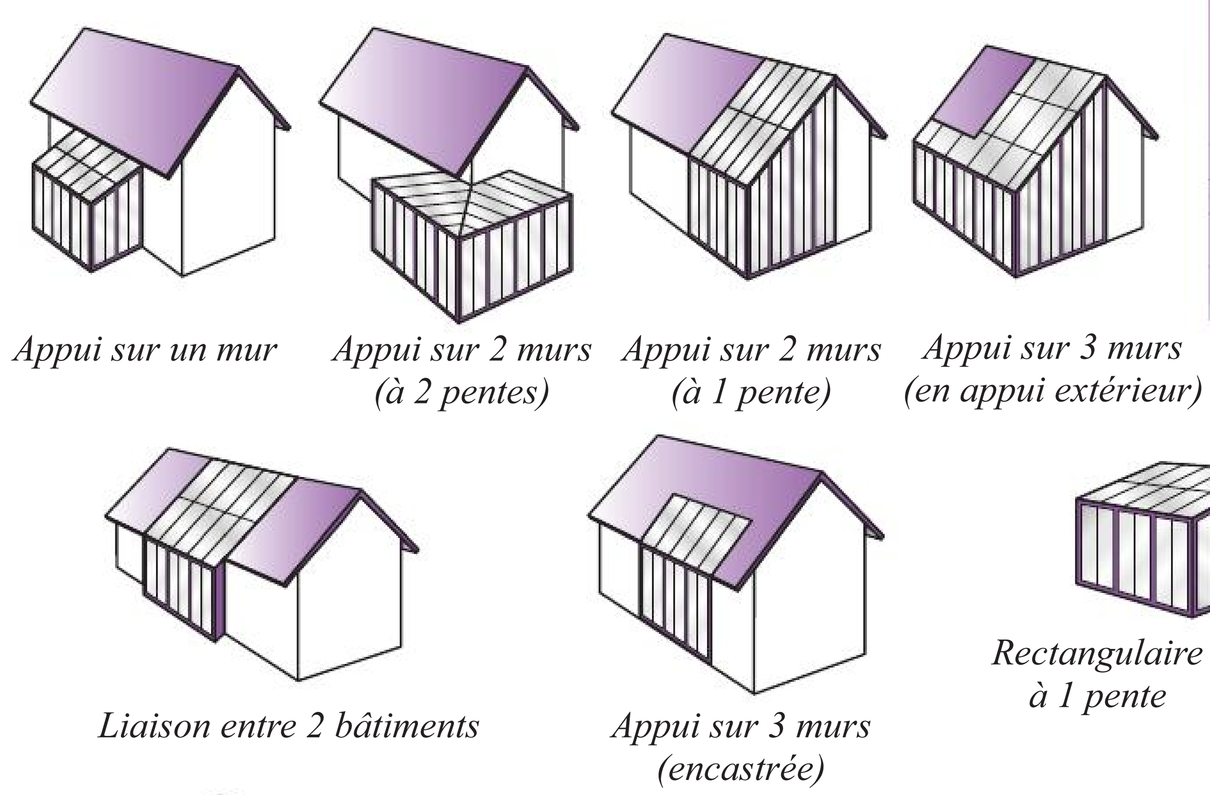
Implantation et typologie

les procédés constructifs permettent de concevoir tous types d'implantations (a) :
- en appui sur un seul mur de façade ;
- en appui sur deux murs existants ;
- encastrée ou en appui sur trois côtés ou plus.

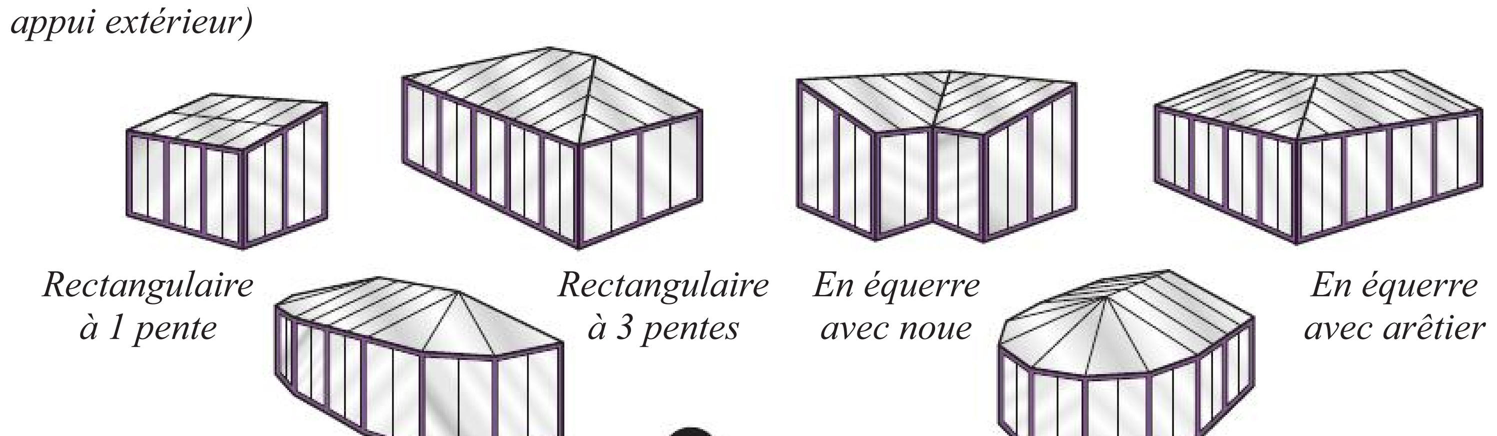
Toutes les formes de vérandas sont envisageables ; les plus courantes (b) sont :
- rectangulaires à une ou plusieurs pentes ;
- en équerre avec noue ou arêtier ;
- parallélépipédiques ;
- rayonnantes.



Véranda métallique



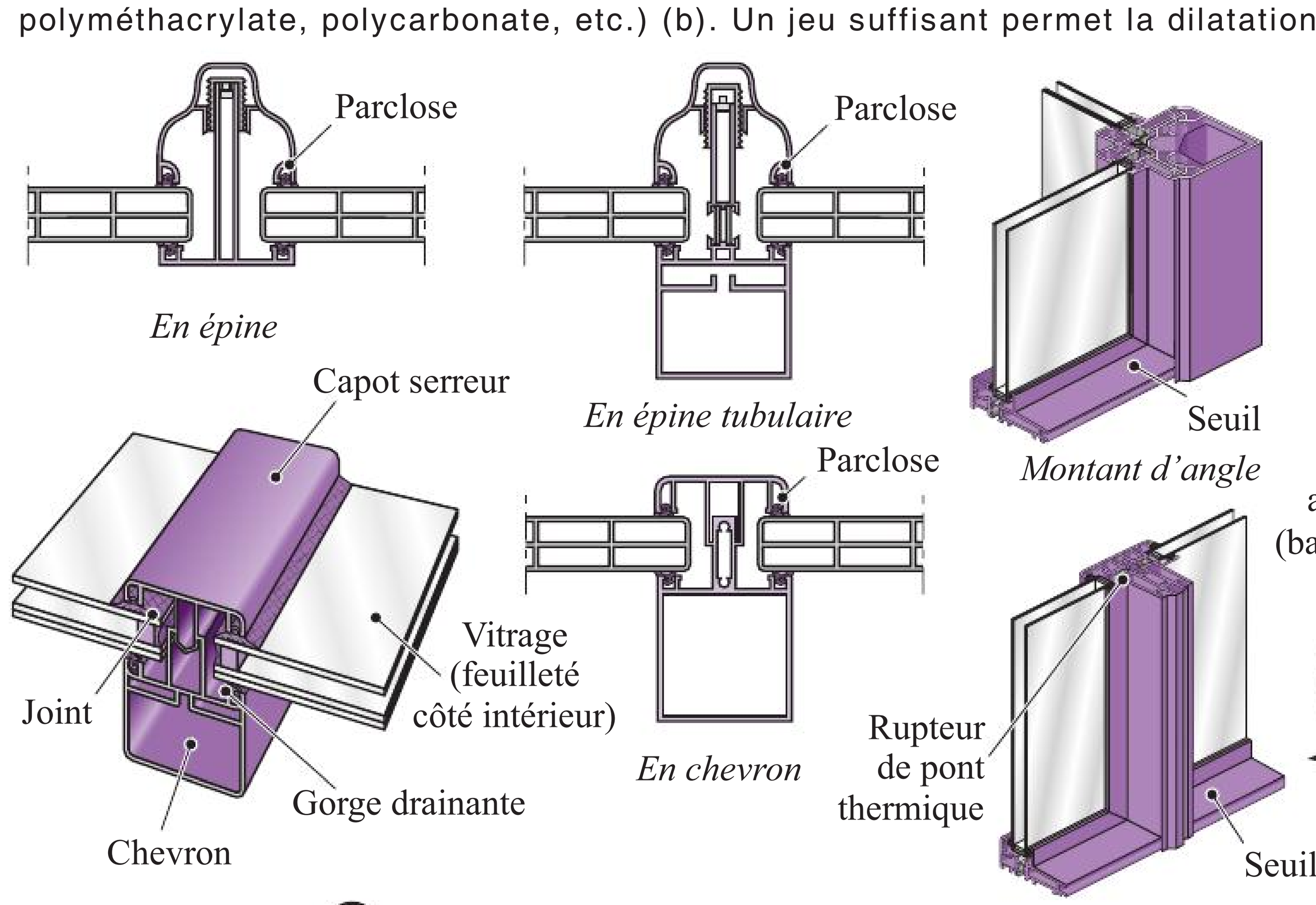
a Implantation et liaison avec le bâti



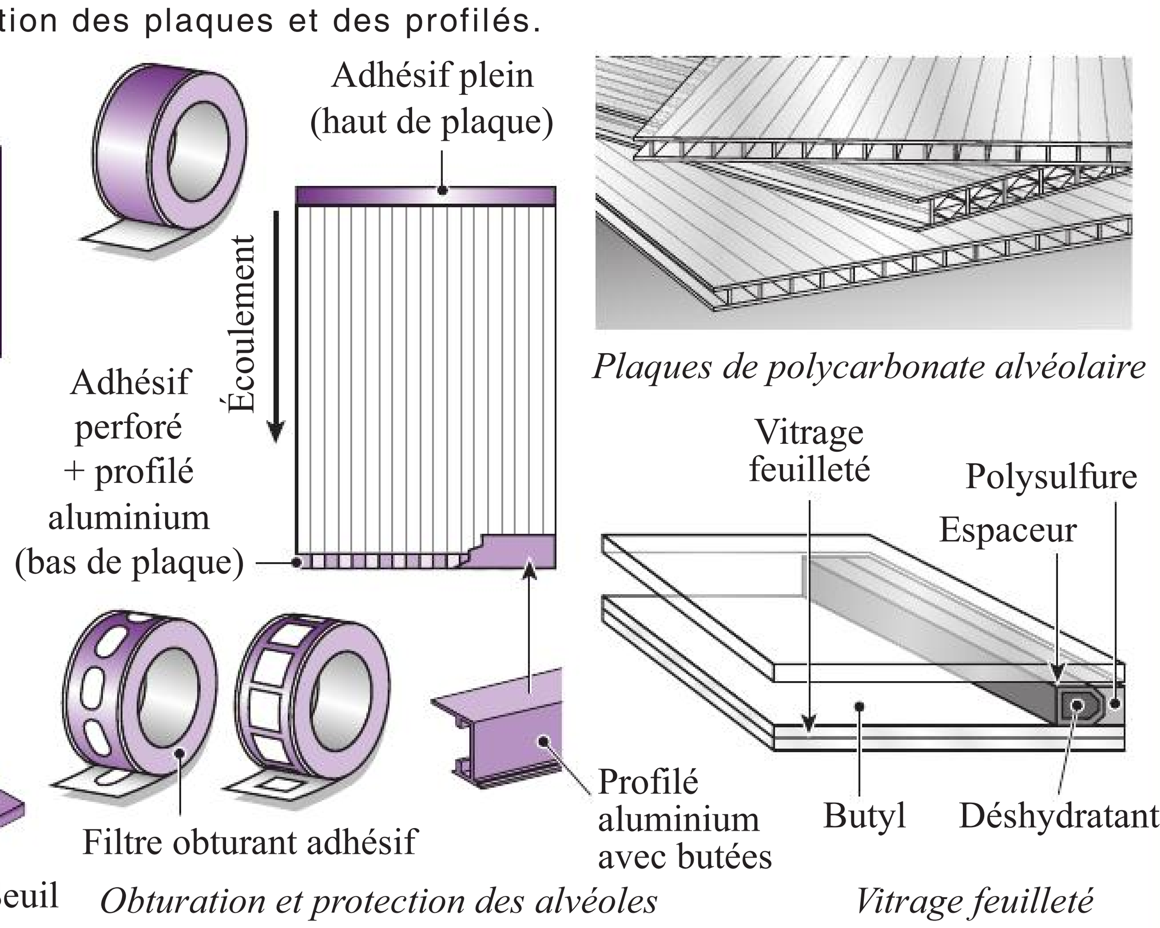
b Typologie

Structure et remplissage

La structure d'une véranda peut être en bois, PVC, acier ou aluminium. Elle est constituée de profilés (a) assemblés entre eux et comportant des feuillures dans lesquelles viennent reposer des panneaux de remplissage transparents (verre) ou translucides (matériaux de synthèse : polyméthacrylate, polycarbonate, etc.) (b). Un jeu suffisant permet la dilatation des plaques et des profilés.



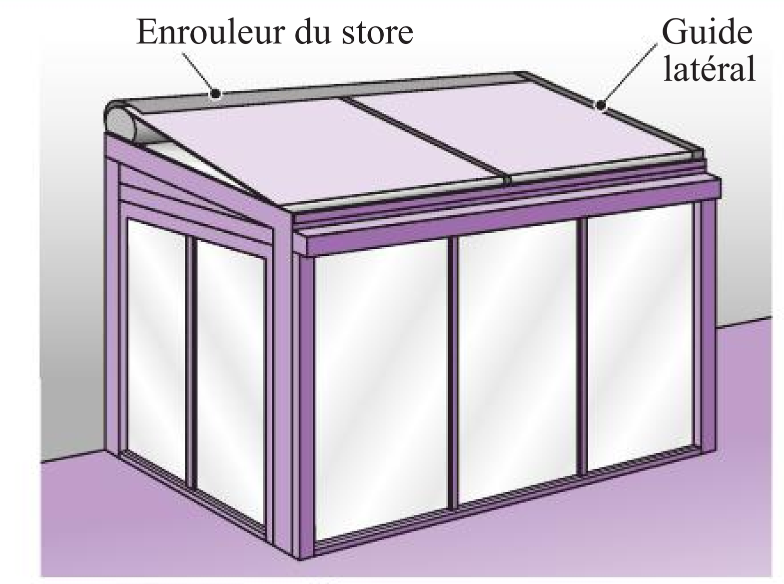
a Profilés en PVC ou aluminium



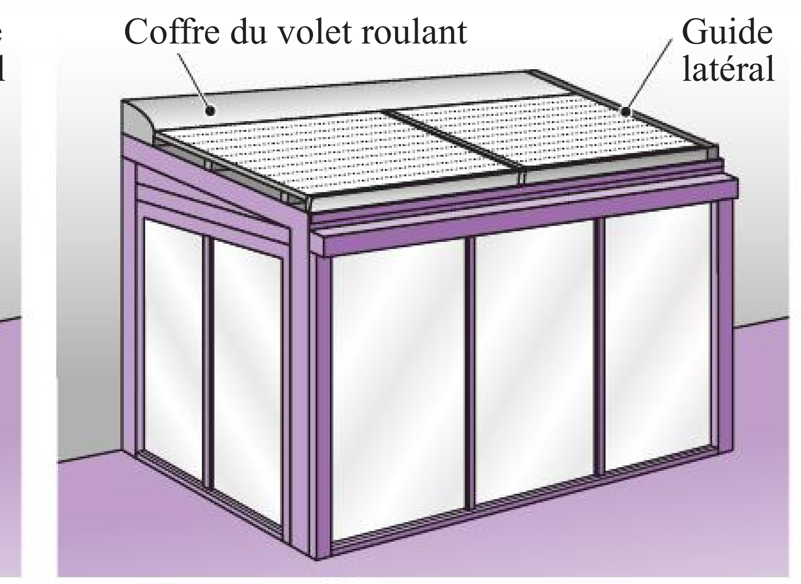
b Plaques de remplissage

Protections solaires

En saison chaude, il est nécessaire de prévoir une protection solaire. L'apport d'ombre doit être situé à l'extérieur d'une véranda : des stores extérieurs (a) ou des volets roulants (b) fixés sur les montants de la toiture et sur les parois verticales assurent une protection efficace. Des capteurs d'ensoleillement, des sondes de température ou des anémomètres permettent l'ouverture ou la fermeture automatique des stores et volets en fonction des conditions météorologiques. En fin de journée, l'ombre d'un écran végétal, d'une palissade ou d'un bâtiment voisin peut s'avérer suffisante.



a Store extérieur



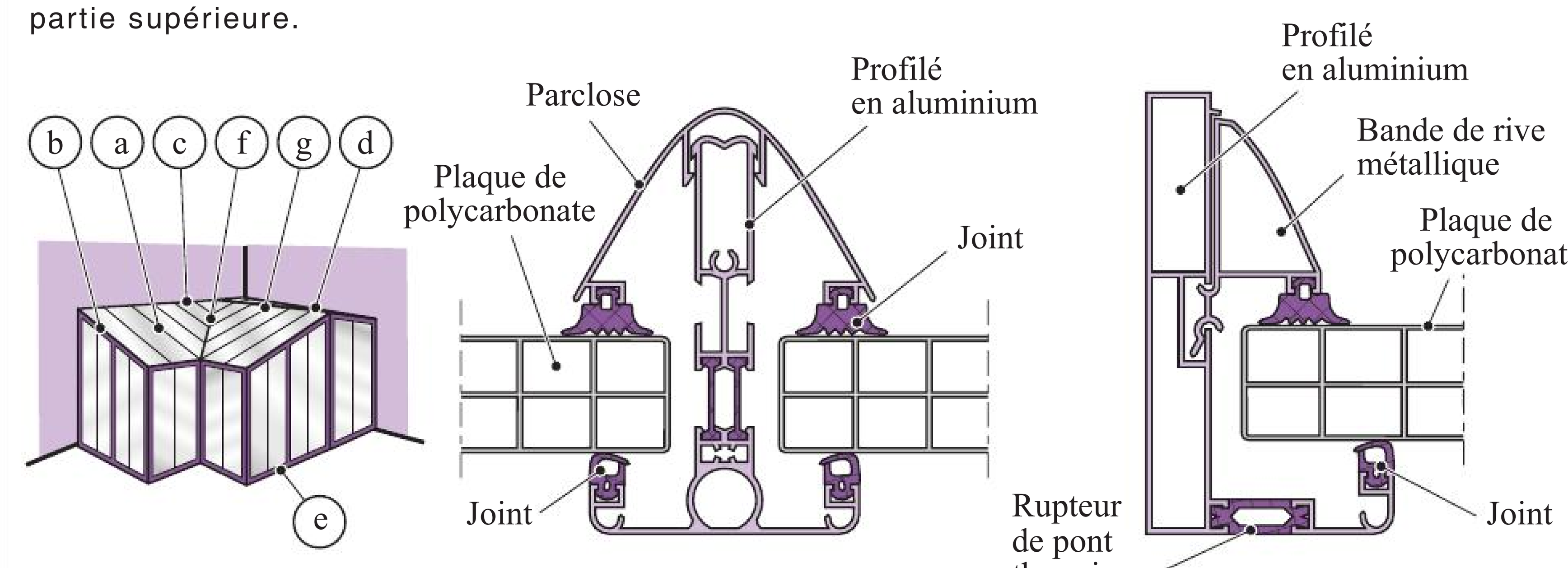
b Volet roulant extérieur

Points singuliers

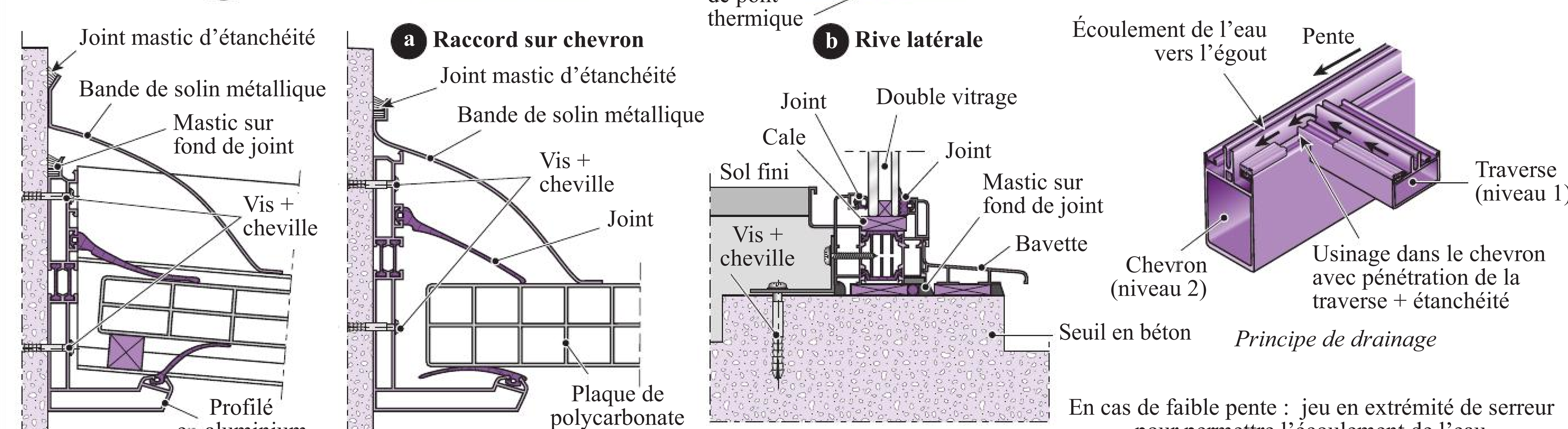
Les raccords sur chevrons (a), les rives latérales (b), les rives de tête (c), les pénétrations continues (d), les jonctions basses (e), les noues (f), les arêtiers (g) et les jonctions chevron/traverse (h) doivent bénéficier d'une exécution soignée. Un défaut de mise en œuvre des jonctions, entre elles ou avec le gros œuvre, peut engendrer des infiltrations d'eau. Les bandes de solin porte-mastic, utilisées pour les murs en béton, sont étanchées au mastic élastomère dans leur partie supérieure.



Clipsage des parcloses

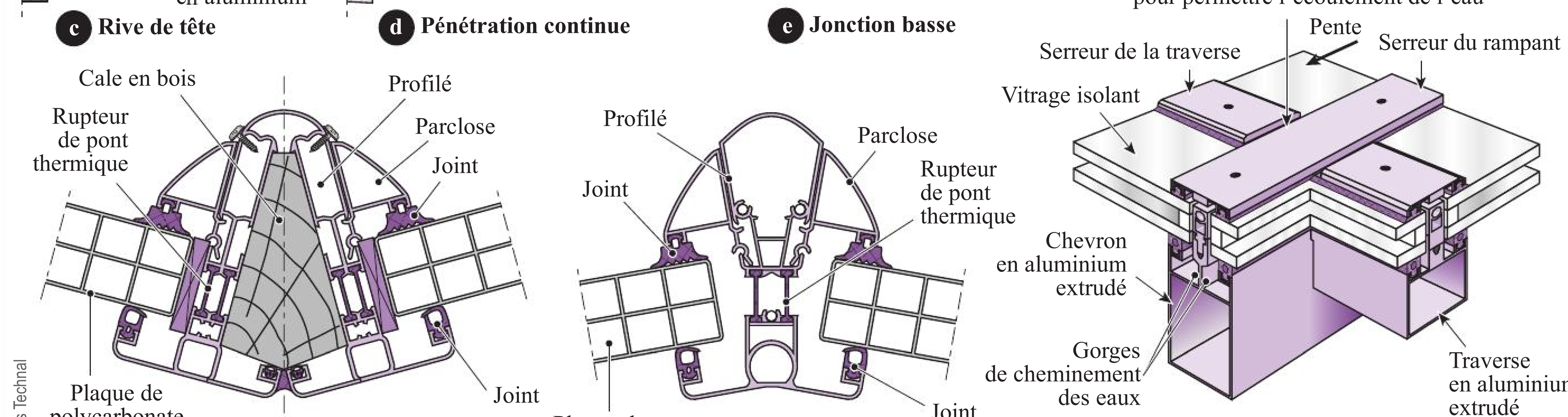


a Raccord sur chevron **b Rive latérale**



c Rive de tête **d Pénétration continue** **e Jonction basse**

En cas de faible pente : jeu en extrémité de serreur pour permettre l'écoulement de l'eau



f Noue à épines **g Arêtier en épine** **h Jonction chevron/traverse**

D'après Technal

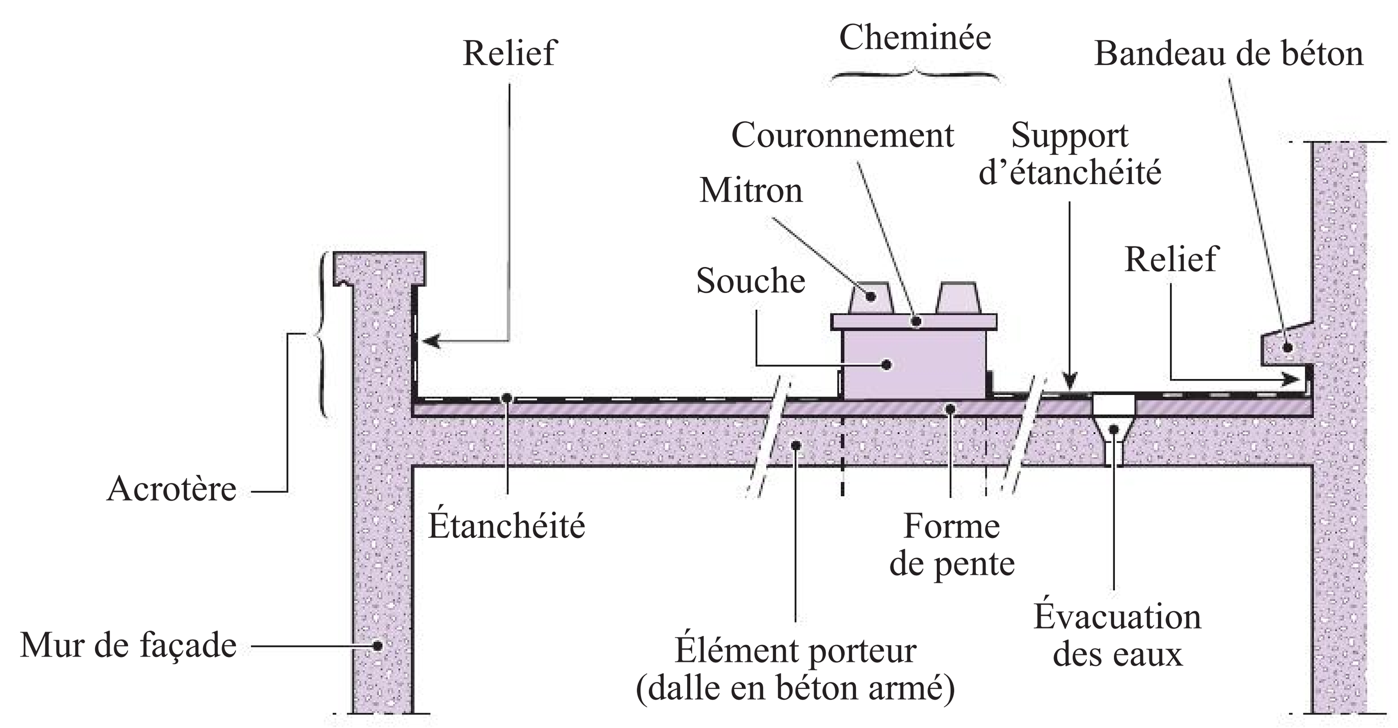
Comment ça marche

Toitures-terrasses

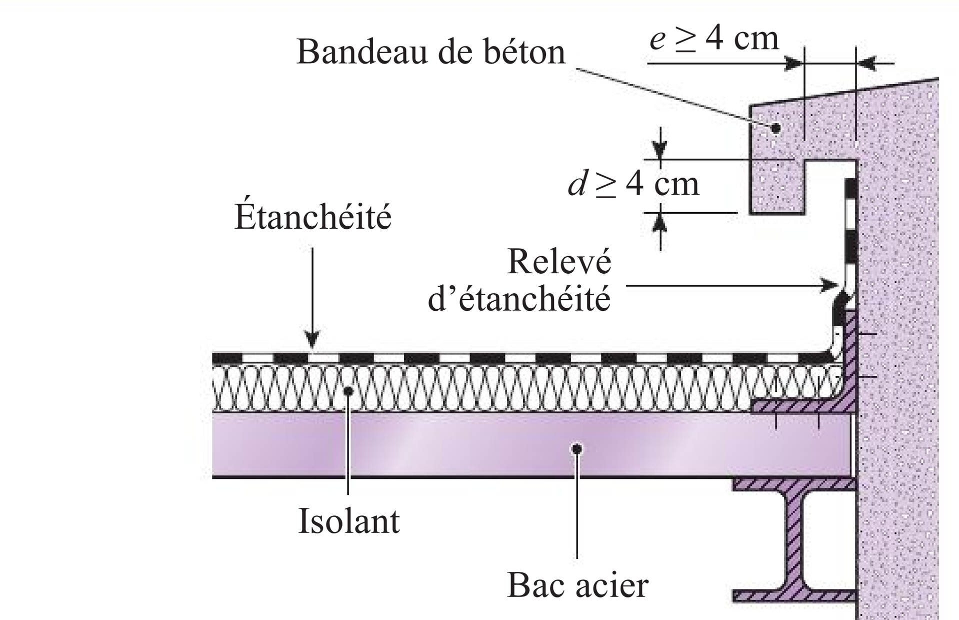
Les toitures-terrasses sont des couvertures à faible pente ou à pente nulle qui n'apparaissent pas en façade. Elles assurent un double rôle d'étanchéité et d'isolation thermique. Qu'elles soient accessibles ou non, elles sont dans tous les cas particulièrement délicates à mettre en œuvre, en particulier si elles doivent devenir des zones d'agrément comme des jardins. Les toitures-terrasses exigent une étanchéité parfaite.

Éléments porteurs

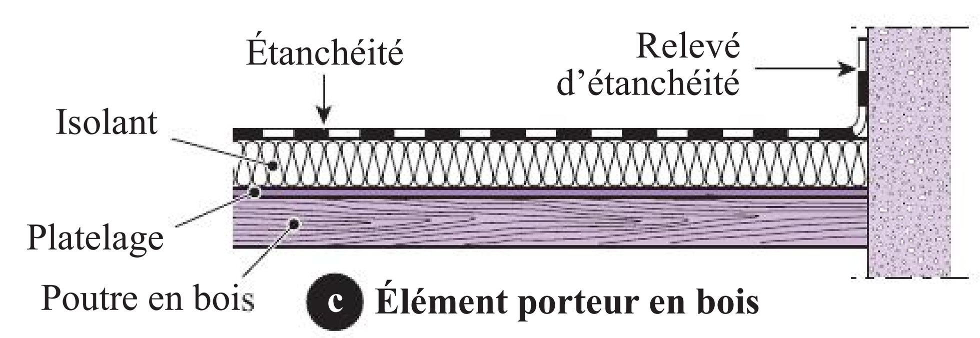
Les éléments porteurs d'une toiture-terrasse peuvent être :
- en béton (a) : dalles, nervures en béton armé ou précontraint, hourdis, etc. ;
- en métal (b) : formées de tôles d'acier nervurées fixées sur des pannes ;
- en bois ou dérivé du bois (c).



a **Élément porteur en béton**



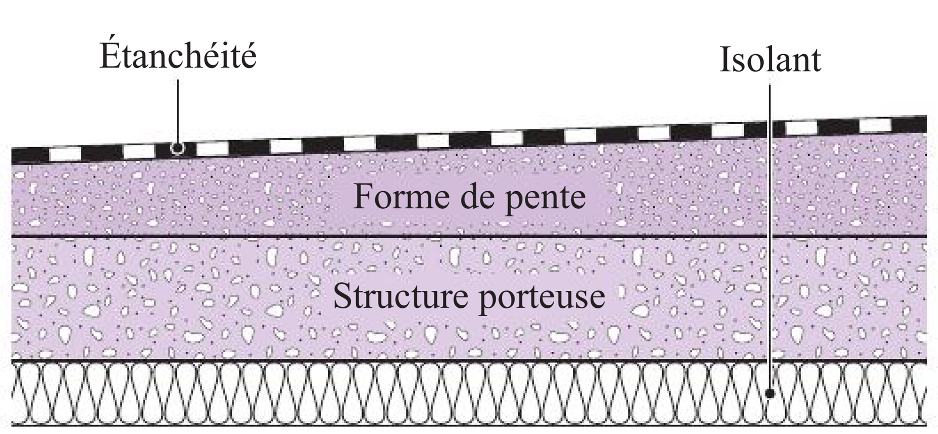
b **Élément porteur en métal**



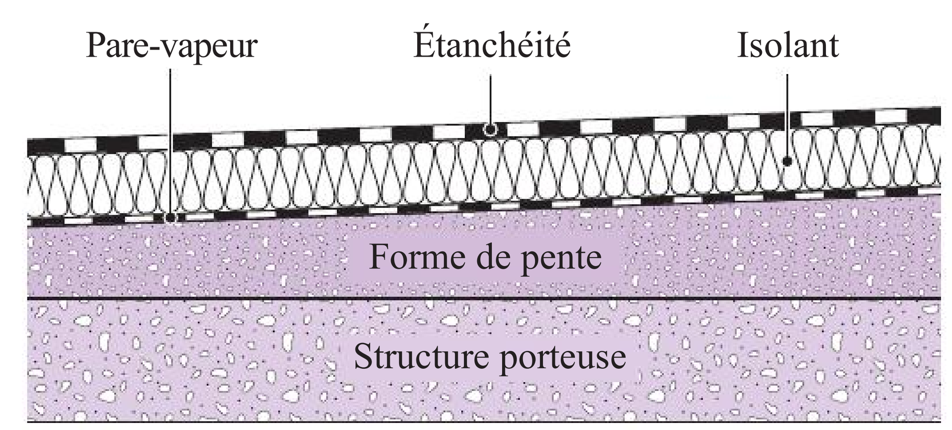
c **Élément porteur en bois**

Isolation thermique

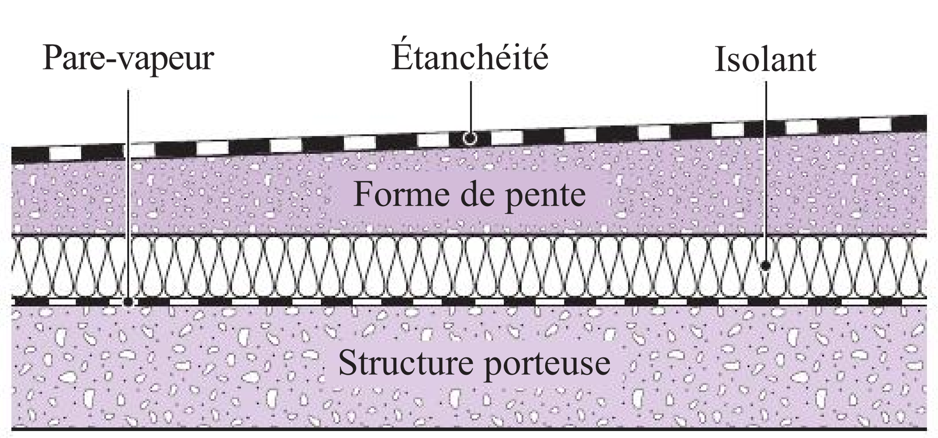
L'isolant thermique dans le complexe toiture-terrasse peut être mis en œuvre à différents endroits :
- en sous-face de la structure porteuse (déconseillée, l'isolant ne protégeant pas la structure porteuse des chocs thermiques) (a) ;
- sur la structure porteuse et sous la forme de pente facultative, disposition délicate à mettre en œuvre puisqu'elle exige l'indépendance ou le fractionnement de la forme de pente (b) ;
- sur la forme de pente facultative, technique courante des toitures-terrasses, l'isolant servant de support au revêtement d'étanchéité (c) ;
- sur l'étanchéité (technique de la toiture inversée), procédé admis uniquement sur une structure porteuse en béton avec une protection lourde (d).



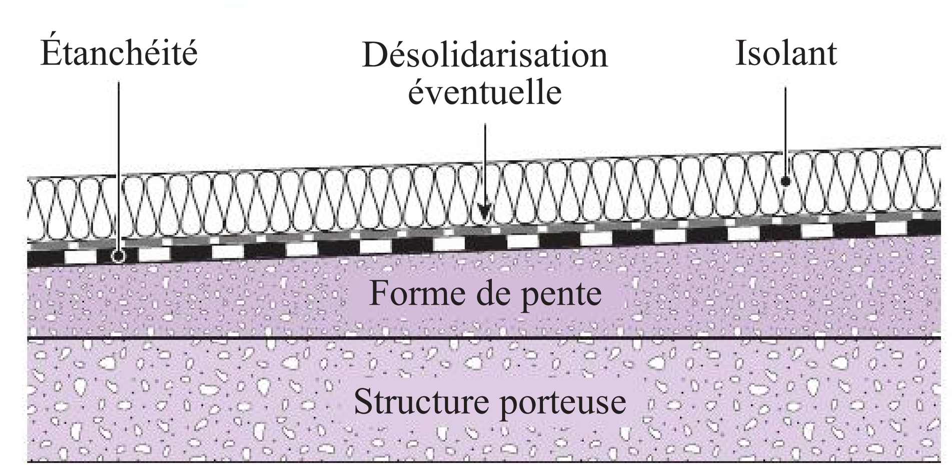
a **En sous-face de la structure**



c **En support direct d'étanchéité**



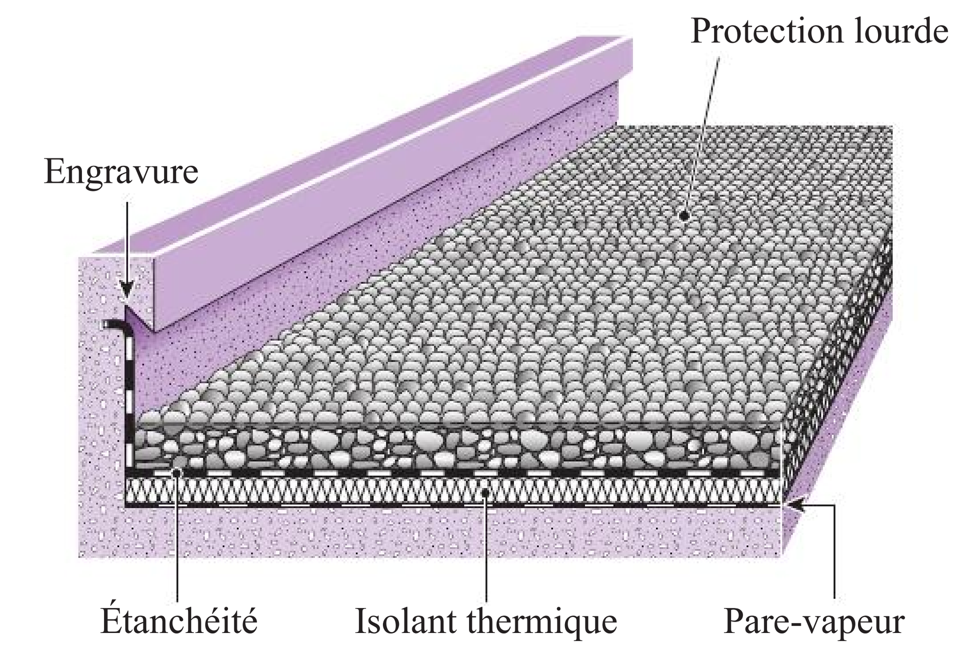
b **Entre la structure porteuse et la forme de pente**



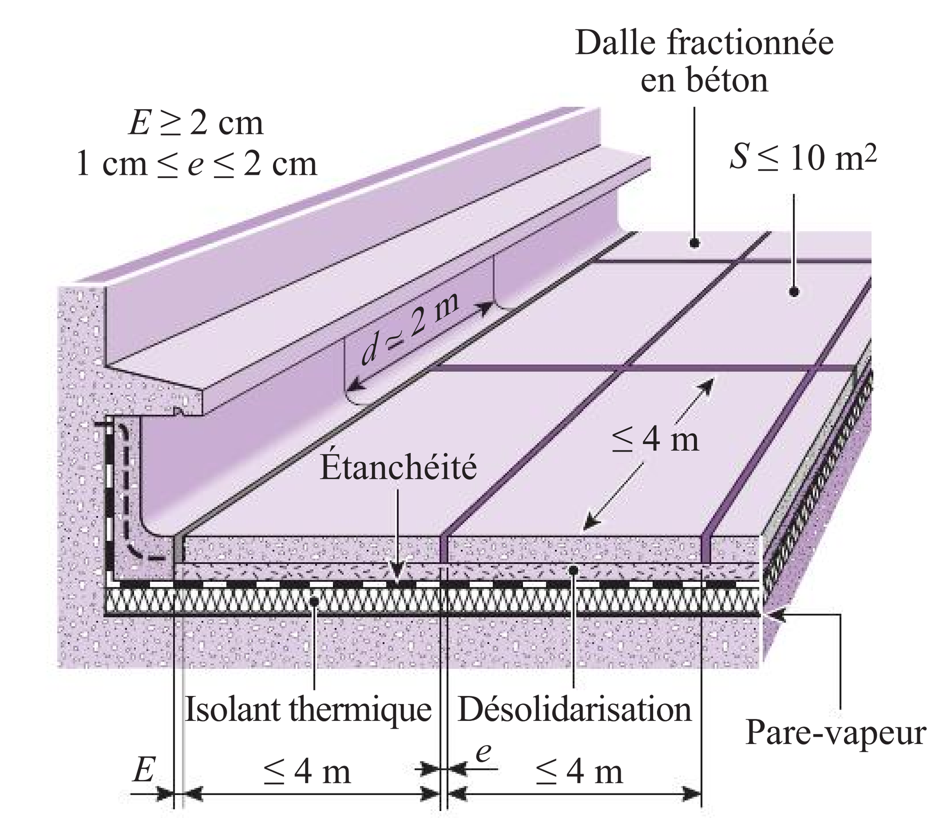
d **Sur étanchéité** (toiture inversée)

Protection de l'étanchéité

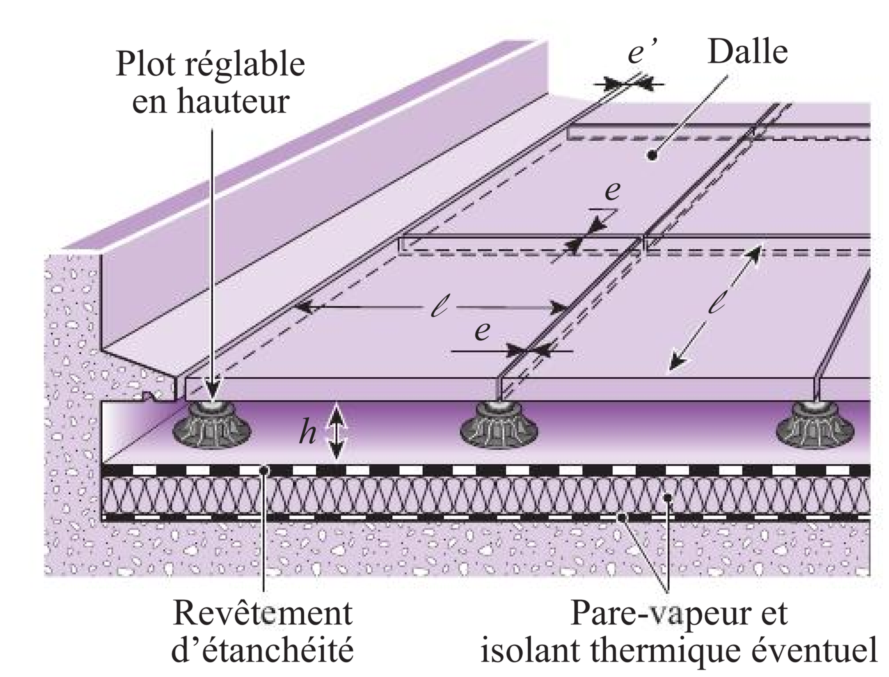
Elle a pour rôle de préserver le revêtement d'étanchéité contre les agents extérieurs lorsqu'il n'est pas autoprotégé. La protection est alors choisie en fonction de la nature du revêtement d'étanchéité et de la destination de la toiture-terrasse. Elle doit être adaptée à la pente de la structure porteuse, et ne pas occasionner de surcharges inutiles.



Protection lourde par couche de gravillons
(terrasse inaccessible)



Protection par dalle fractionnée en béton coulé sur place
(terrasse accessible aux piétons)

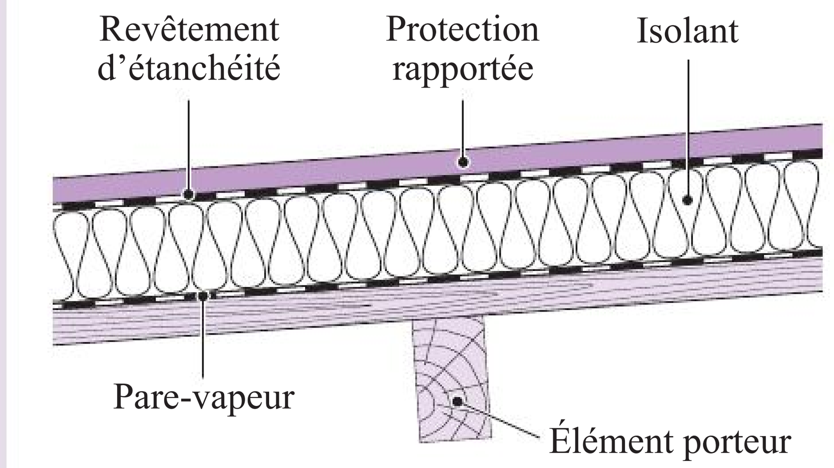


5 cm $\leq h \leq$ 15 cm
0,40 m $\leq \ell$ (partie courante)
0,3 cm $\leq e \leq$ 0,5 cm (partie courante)
1 cm $\leq e' \leq$ 1,5 cm (périphérie)

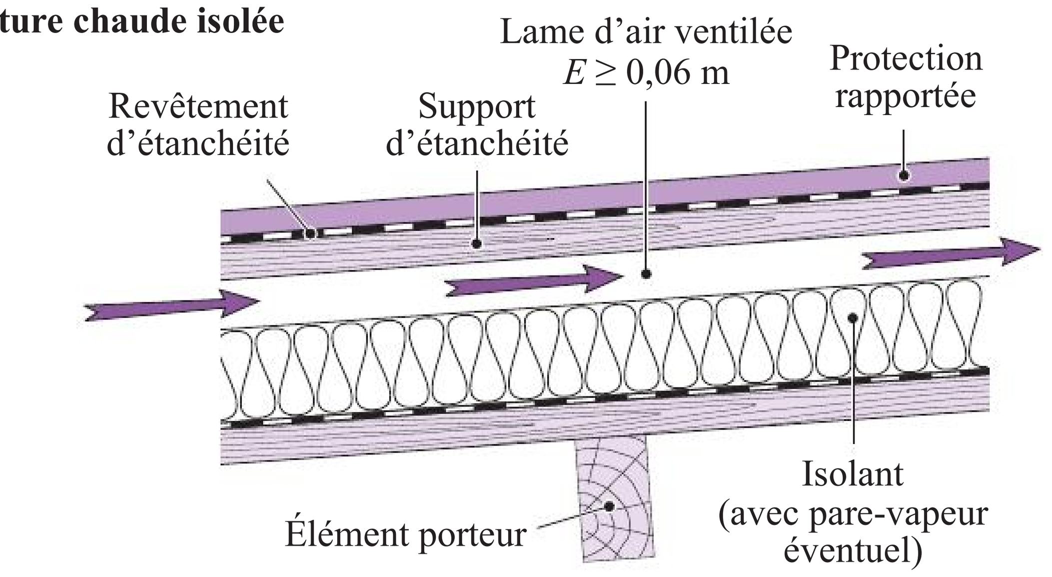
Protection par dalles sur plots
(terrasse accessible aux piétons)

Toiture chaude, toiture froide

La toiture chaude (a) est caractérisée par la mise en œuvre du complexe isolant-étanchéité directement sur le support, sans possibilité de circulation d'air. La toiture froide (b) dispose d'un espace ventilé entre les éléments d'étanchéité et l'isolation thermique. Si l'élément porteur est en béton ou en acier, une toiture chaude est mise en œuvre. S'il est en bois, les deux techniques sont applicables.



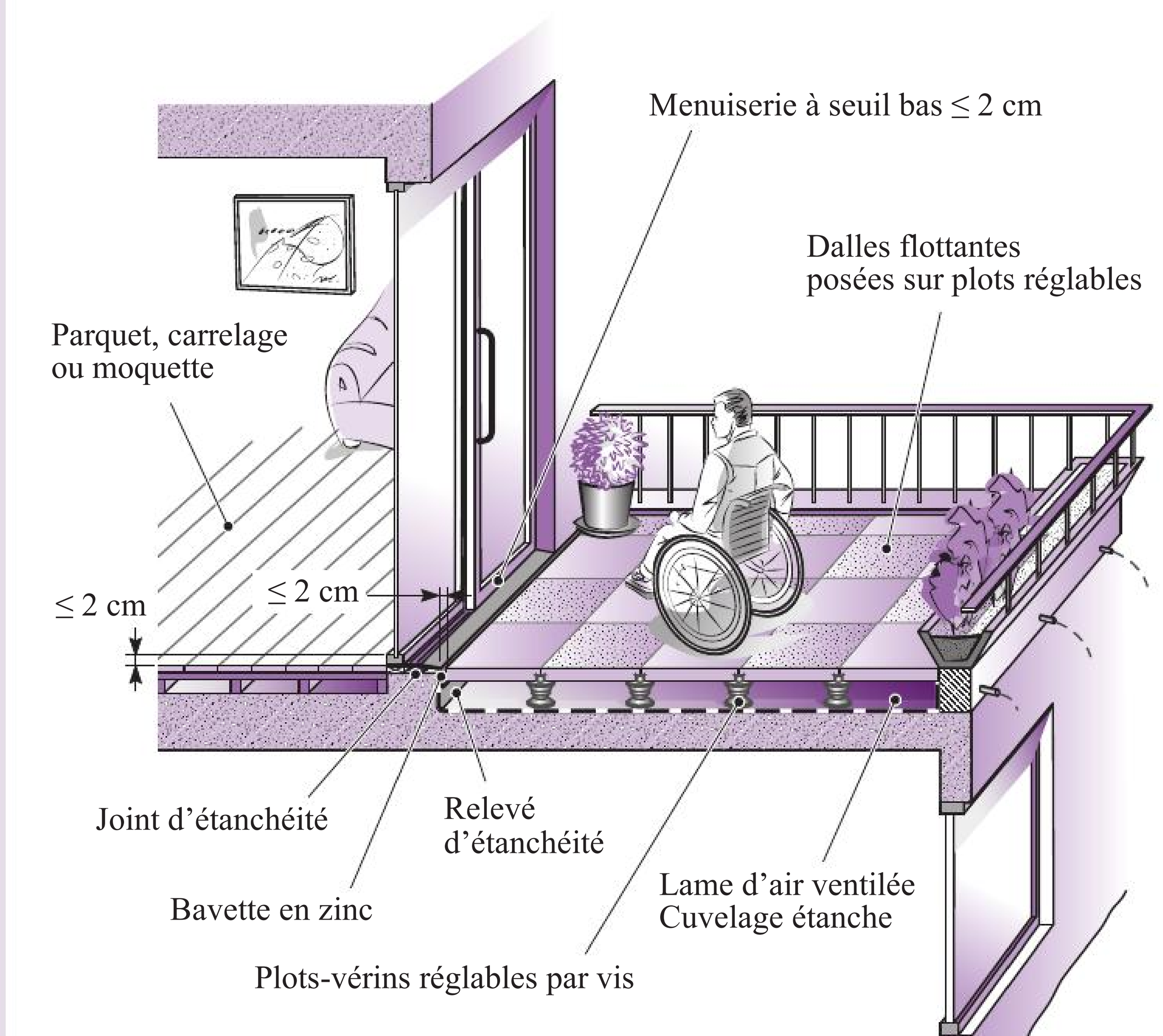
a **Toiture chaude isolée**



b **Toiture froide**

Terrasse accessible

La principale contrainte consiste à conserver une hauteur suffisante pour assurer l'étanchéité à l'eau de l'ouvrage, tout en permettant à la personne en situation de handicap de ne pas être confrontée à un ressaut de plus de 2 cm de haut le long de son cheminement.



Terrasse accessible

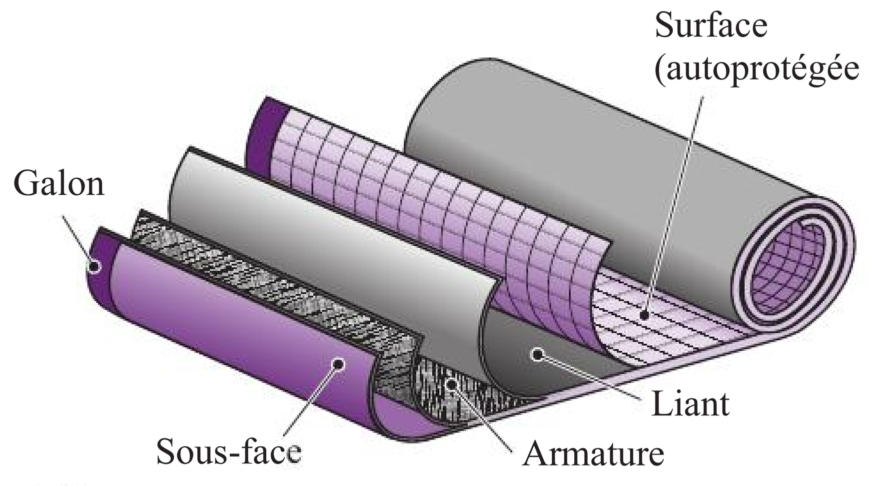
Comment ça marche

Étanchéité des toitures-terrasses

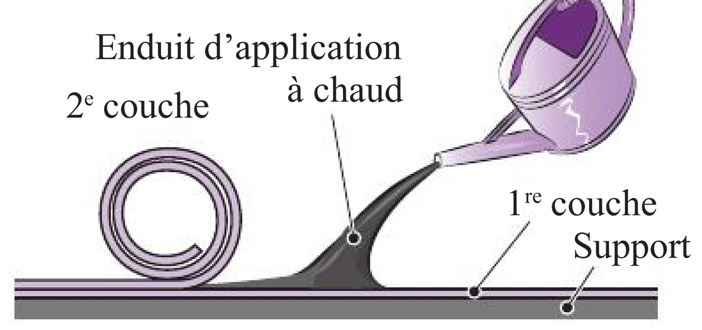
Un revêtement d'étanchéité est une membrane élastique, plastique ou élastoplastique, qui évite le passage de l'eau et qui résiste sans se rompre à une déformation du support. Ces complexes sont toujours placés sur l'ouvrage porteur. Les revêtements d'étanchéité conviennent particulièrement aux toitures-terrasses, puisqu'ils permettent de réaliser des ouvrages de pente faible ou nulle, tout en étant utilisables pour des toitures inclinées.

Revêtements en feuilles bitumineuses

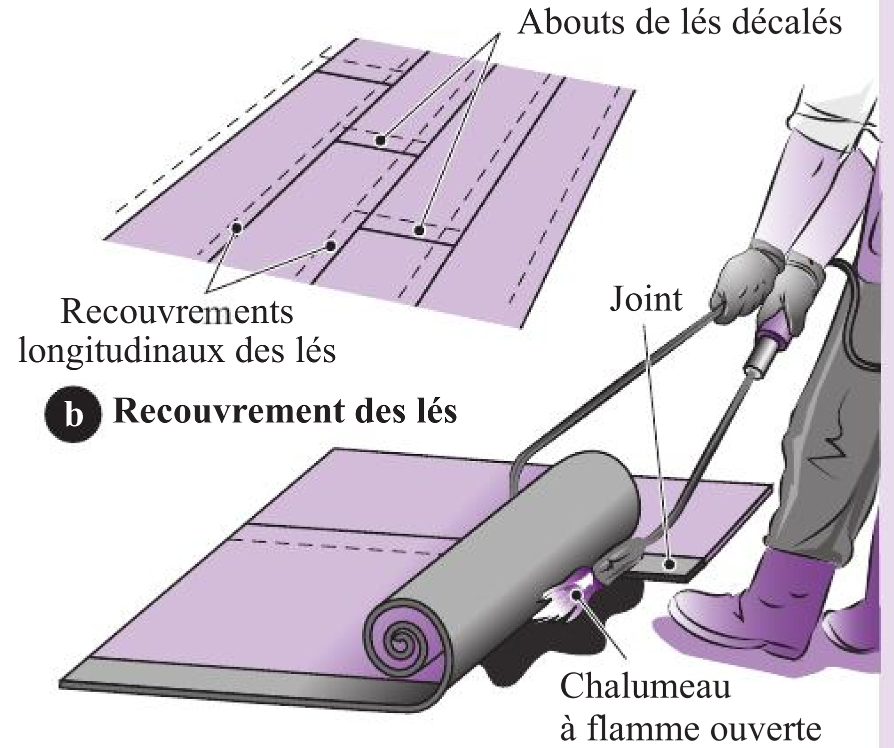
Les feuilles en bitume modifié élastomère (SBS) ou plastomère (APP) (a) sont assemblées en systèmes bicouches (épaisseur nominale de 5 mm) ou monocouches (épaisseur nominale de 4 mm). La largeur de recouvrement des lés (b) dépend de la finition des feuilles et du type de revêtement ; elle est plus importante en monocouche compte tenu de la nécessité d'un soudage plus fiable et plus sécuritaire. L'assemblage et le liaisonnement des feuilles entre elles et entre couches est réalisé par soudage au chalumeau à flamme ouverte ou, pour les étanchéités bicouches uniquement, par collage à l'enduit d'application à chaud (EAC) (c).



a **Composition d'une feuille bitumineuse**



Collage à l'EAC



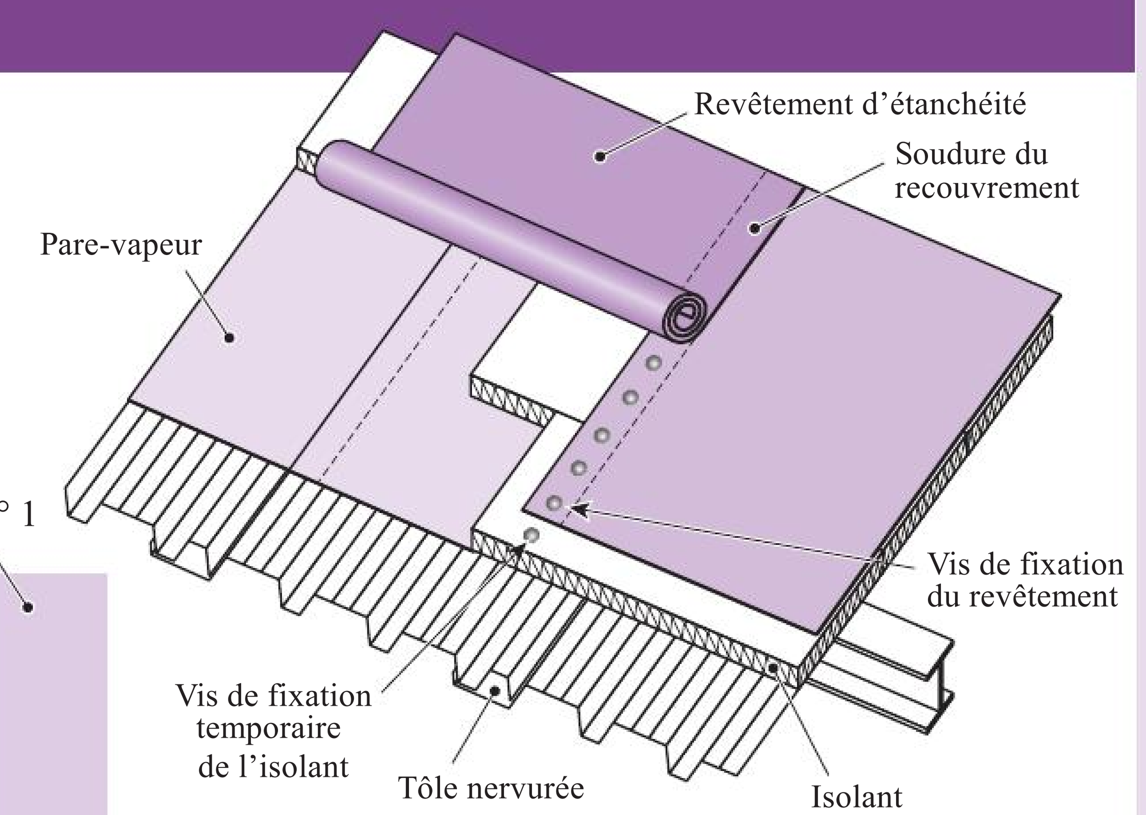
b **Recouvrement des lés**

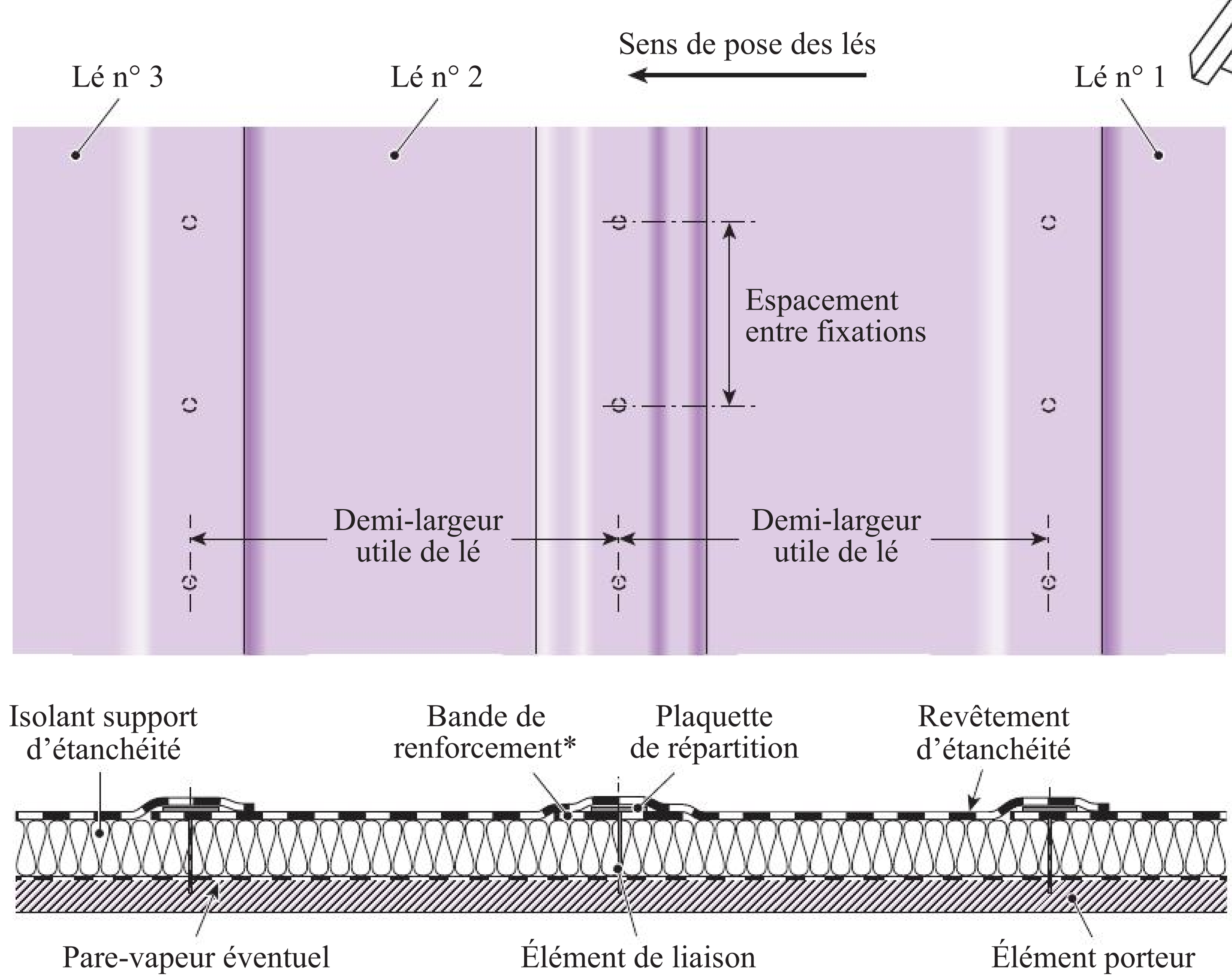
Soudage au chalumeau

c **Assemblage et liaisonnement des feuilles**

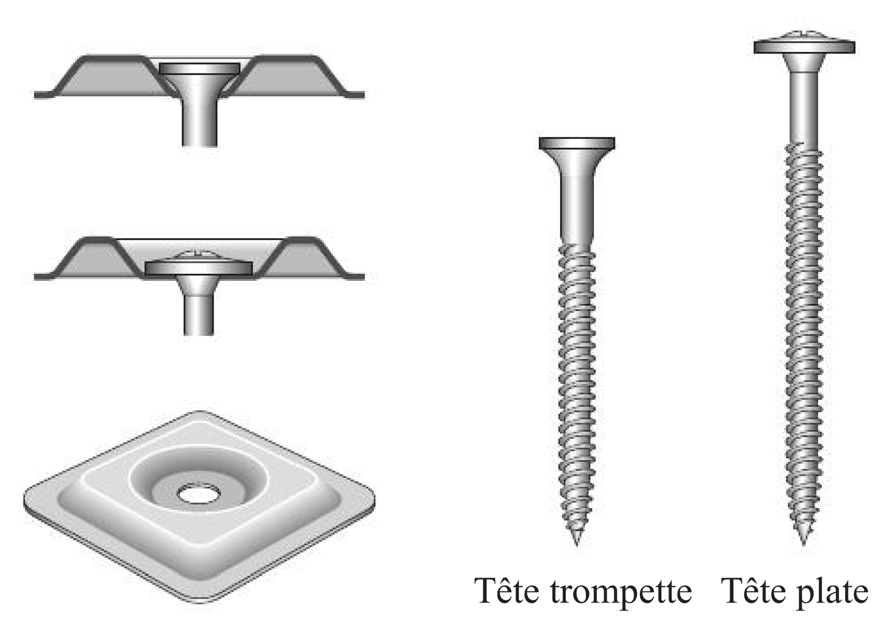
Revêtements fixés mécaniquement

Le revêtement d'étanchéité autoprotégé est fixé aux éléments porteurs au moyen d'un élément de liaison et d'une plaquette de répartition. Celle-ci est généralement placée en lisière de lé et recouverte par le lé adjacent mais elle peut aussi être placée en plein lé et recouverte d'une bande découpée. Le revêtement étant autoprotégé, la toiture doit être inaccessible (hormis pour l'entretien de l'étanchéité elle-même).





(*) Peut être sur le revêtement en cas de membrane synthétique.

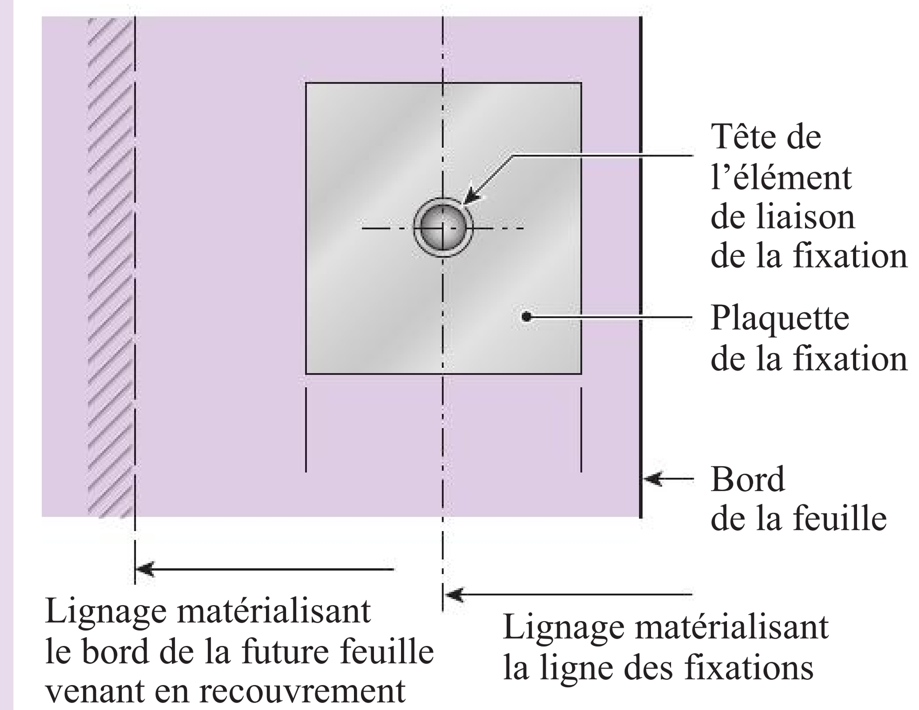


Plaquette métallique de répartition

Vis autoperceuse pour tôle d'acier

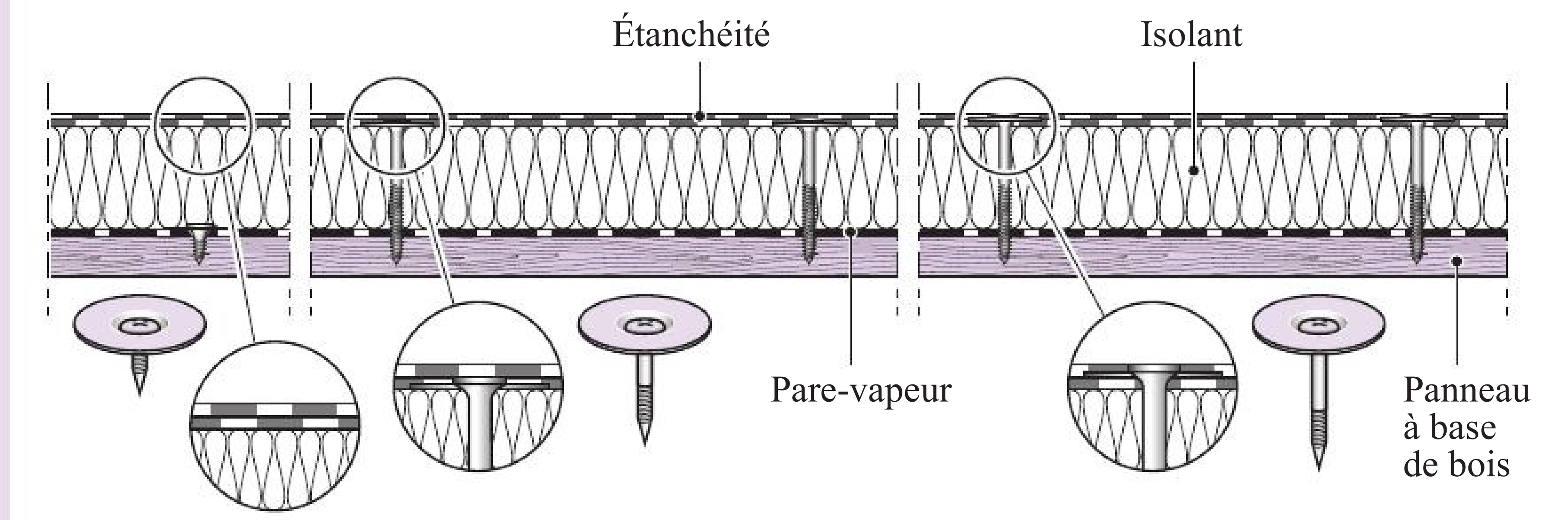
Lignes de fixation

Le revêtement d'étanchéité, ou la première couche d'un revêtement bicouche, possède des lignages qui permettent de matérialiser l'alignement de la feuille et des fixations mécaniques.



Mise en œuvre sur éléments porteurs en bois

La technique la plus courante consiste à réaliser un complexe de toiture chaude (sans lame d'air ventilée) constitué d'un pare-vapeur et d'un ensemble isolant/revêtement d'étanchéité qui peuvent être soudés et/ou fixés mécaniquement.



Pare-vapeur fixé mécaniquement	**Pare-vapeur soudé**	**Pare-vapeur soudé**
Isolant collé sur le pare-vapeur Étanchéité soudée sur isolant parementé (ou auto-adhésive)	Isolant fixé mécaniquement Étanchéité soudée sur isolant parementé (ou auto-adhésive)	Isolant collé sur pare-vapeur Étanchéité fixée mécaniquement

Membrane sur mesure en EPDM

Les membranes en caoutchouc EPDM synthétique (éthylène-propylène-diène-monomère) sont réalisées en usine sur mesure, en une seule pièce et placées en une seule couche. Résistantes aux UV, et immédiatement étanches, elles se placent rapidement et facilement. Elles sont recyclables et offrent une bonne résistance aux chocs de température (de - 40 à + 120 °C). Elles conviennent pour tout type de toiture plate ou légèrement inclinée, en rénovation ou pour une nouvelle construction.



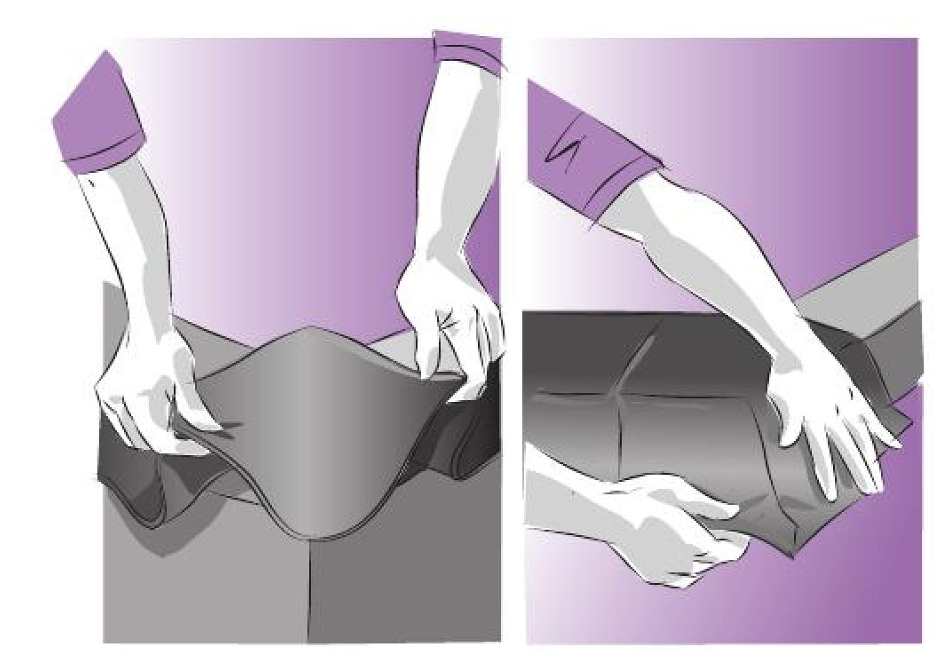
1. Le support doit être propre, sans poussière et sans humidité, sans partie saillante, sans graisse ou autres matériaux susceptibles d'endommager l'étanchéité de toiture. Les assises poreuses doivent être recouvertes d'un vernis d'adhérence.



2. La membrane est étalée sur toute la surface du toit, puis laissée au repos de sorte que la tension intégrée diminue. Elle est enroulée sur un côté et le support est uniformément encollé. La membrane est ensuite déroulée sur la colle et marouflée à l'aide d'un rouleau.



3. La membrane d'étanchéité est repliée le long des rives de toiture. La colle pour EPDM est appliquée sur la remontée de toiture, juste avant le rebord vertical de la rive et sur la rive de toiture. La membrane est replacée sur la rive en appuyant fermement.



4. Pour éviter les fuites, les coins intérieurs sont pliés pour former un cornet qui est aplati et collé sur la rive de toiture en appuyant fermement à l'aide d'un rouleau.

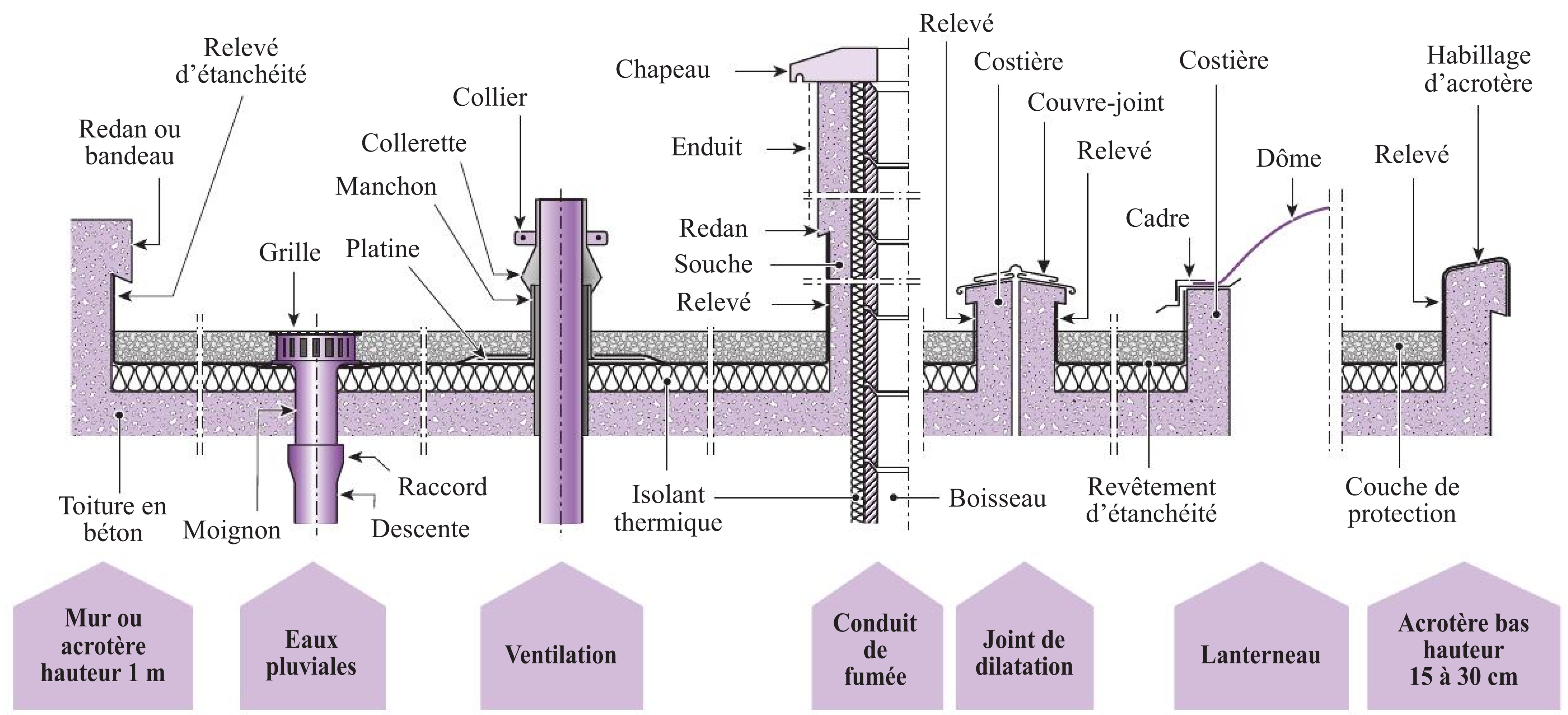
Toitures-terrasses : points singuliers

Comment ça marche

Les points singuliers d'une toiture sont tous les points qui pourraient interrompre la continuité du plan d'étanchéité à l'eau. Ils peuvent être linéaires (pourtour de la toiture, des édicules, jonction avec les façades des étages en retrait, joints de dilatation) ou ponctuels (évacuation des eaux pluviales, ventilations, passages de câbles). Leur traitement vise à empêcher l'eau de s'infiltrer. Leur exécution doit être soignée.

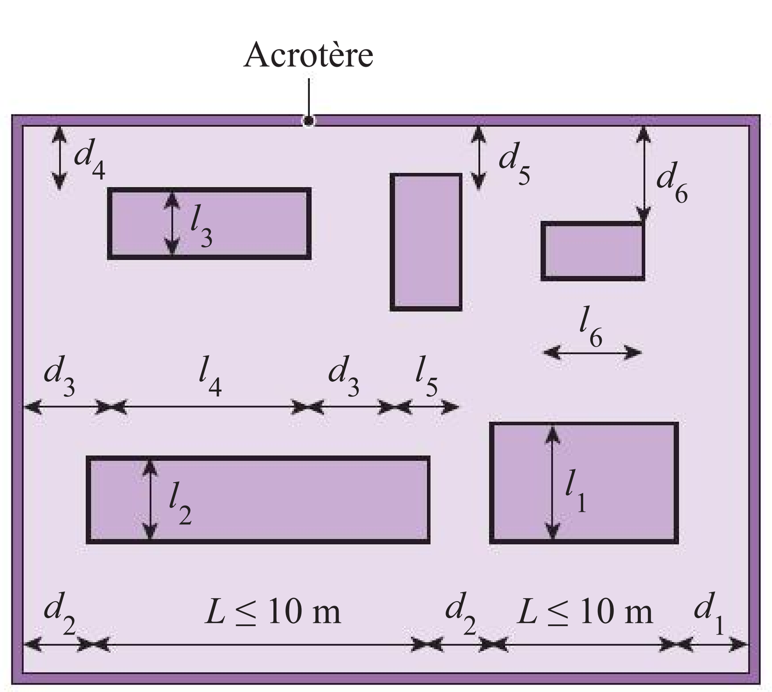
Emplacement des points singuliers

Les points singuliers sont plus nombreux sur les toitures en béton, recouvrant des logements possédant de nombreux équipements techniques que sur les toitures en tôles d'acier nervurées recouvrant des ateliers avec peu d'équipements propres au fonctionnement du bâtiment.



Écartement des émergences

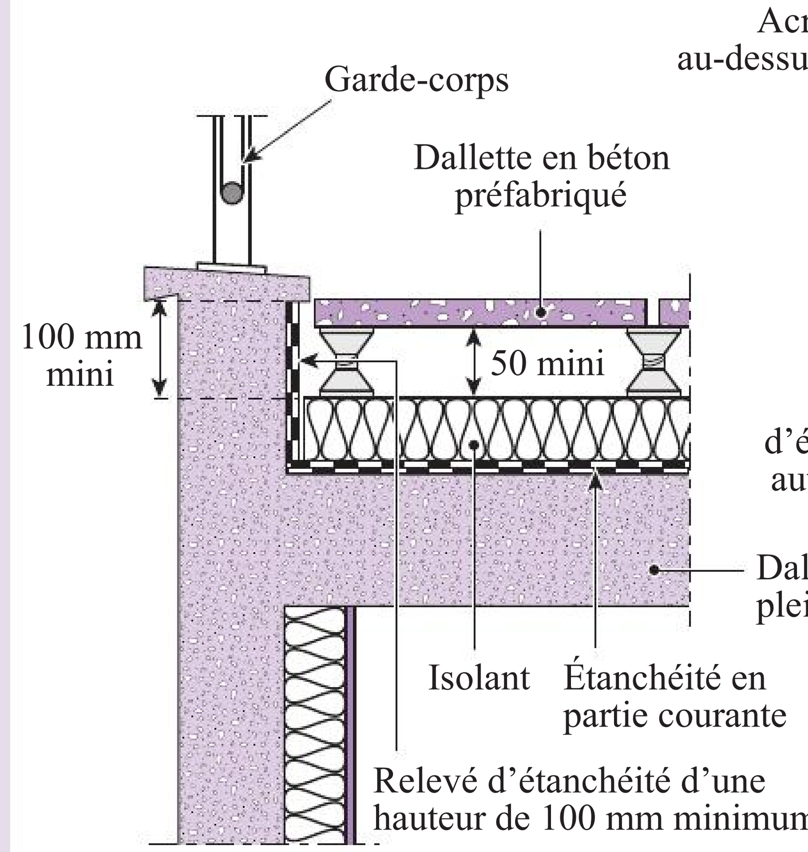
Les écartements donnés ci-dessous sont nécessaires pour assurer les étanchéités et leurs relevés ainsi que le passage pour l'entretien. Si l'écartement est impossible, l'émergence peut être accolée à l'acrotère.



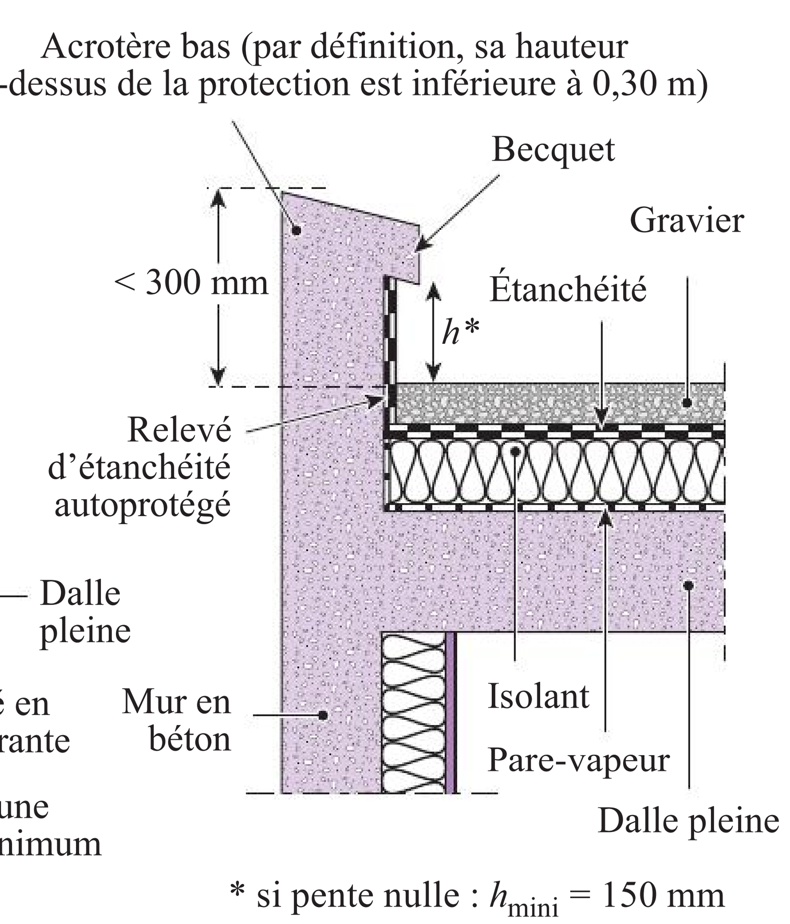
si l_x (m)	d_x mini (m)
≤ 1,20 > 1,20	0,50 1,00

Relevé d'étanchéité

La hauteur du relevé d'étanchéité est essentielle : elle représente la distance entre le haut de la protection de la toiture et le relief ou becquet (ouvrage solidaire de l'élément porteur empêchant les eaux de ruissellement ou de rejaillissement de s'introduire derrière les relevés).



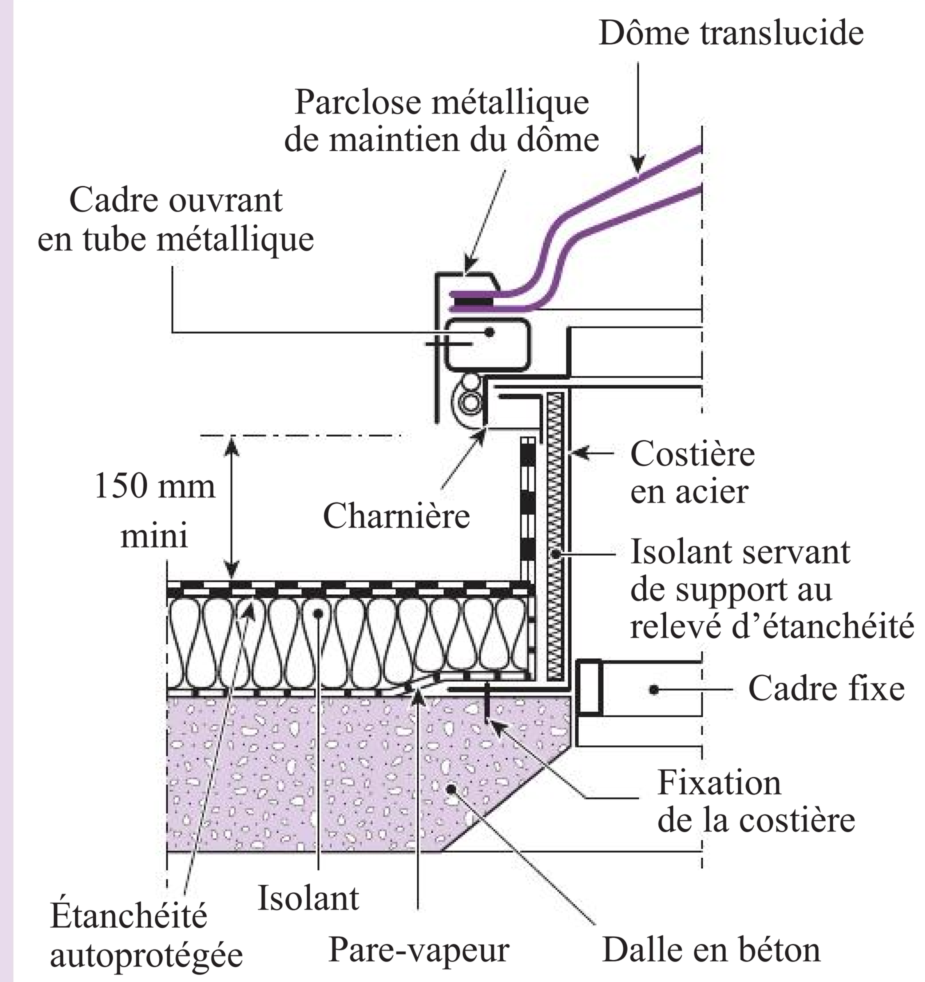
Toiture-terrasse inversée accessible à faible circulation



* si pente nulle : h_{mini} = 150 mm
* si pente ≥ 1% : h_{mini} = 100 mm

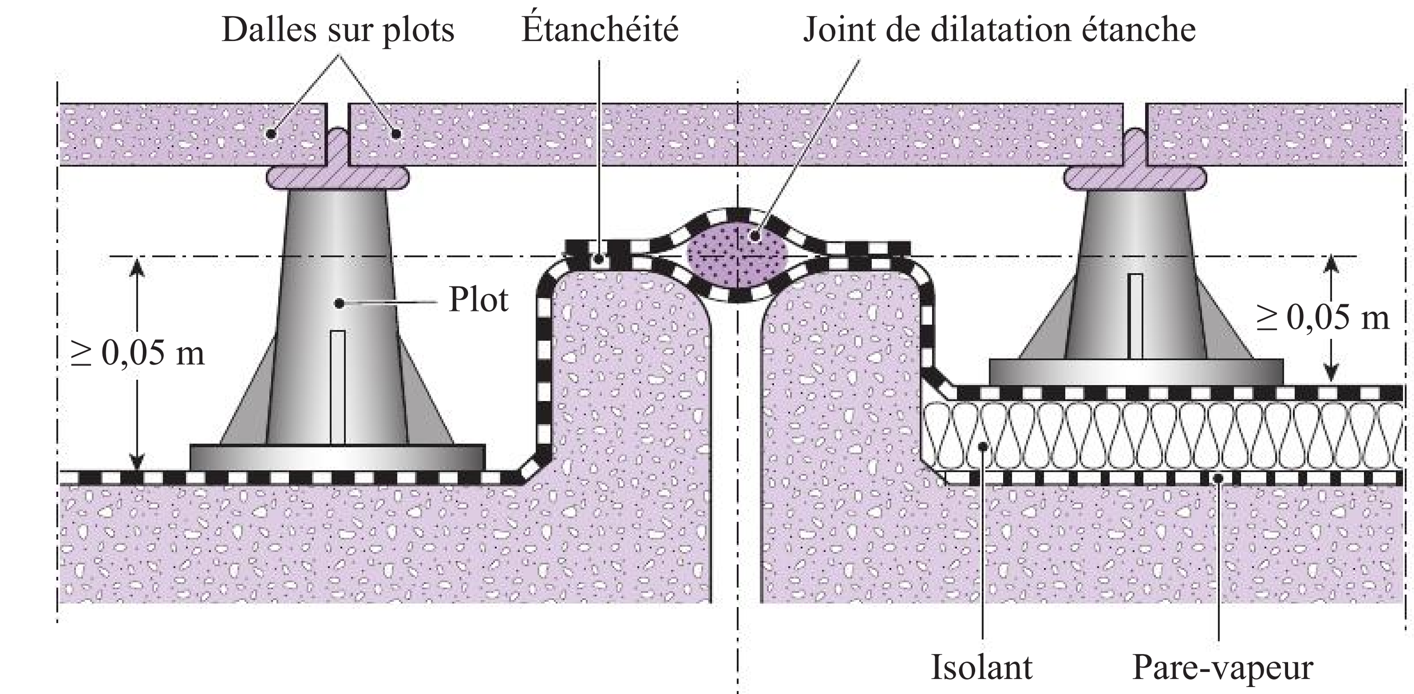
Toiture-terrasse non accessible

Lanterneau ouvrant



Joint de dilatation

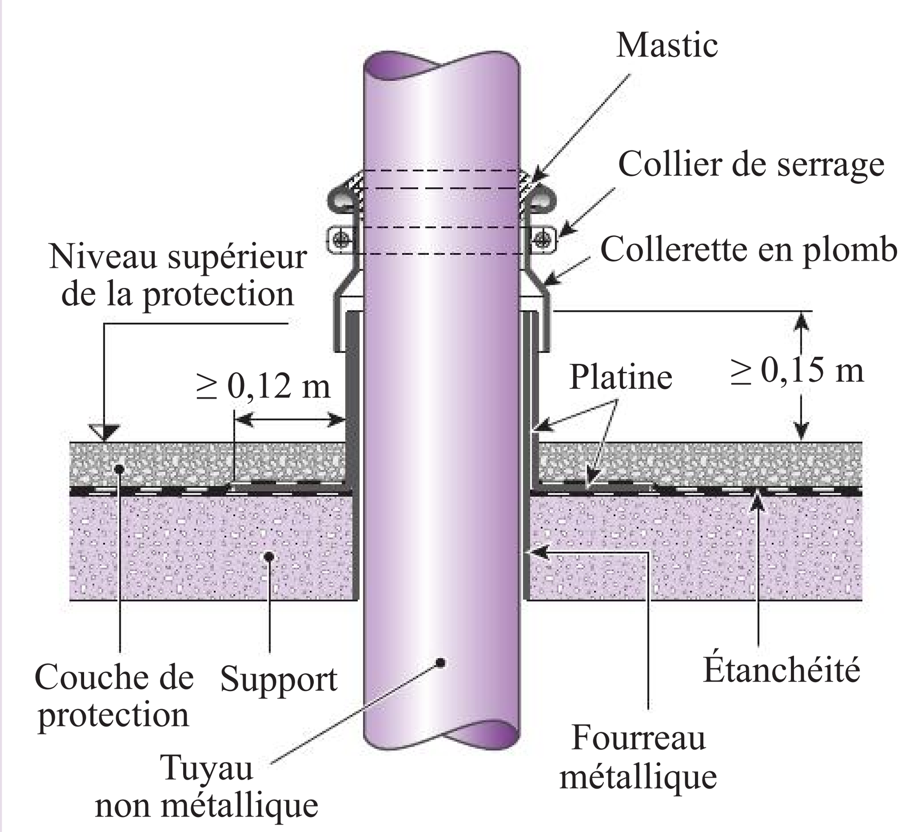
Les joints de dilatation sont des ouvrages délicats qui doivent être étanches à l'eau, alors que les éléments de gros œuvre qui les supportent peuvent bouger suite aux contraintes dues à l'allongement/traction, au tassement vertical et au cisaillement horizontal.



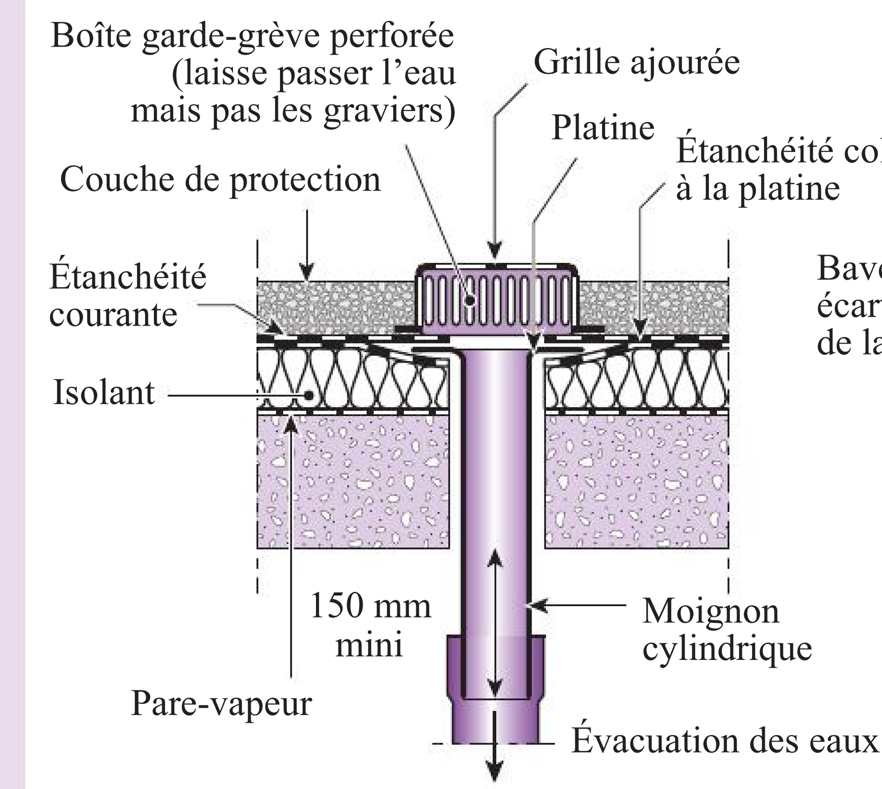
Terrasse plate sans isolant — *Terrasse plate avec isolant*

Terrasse en dalles sur plots posés sur le revêtement d'étanchéité

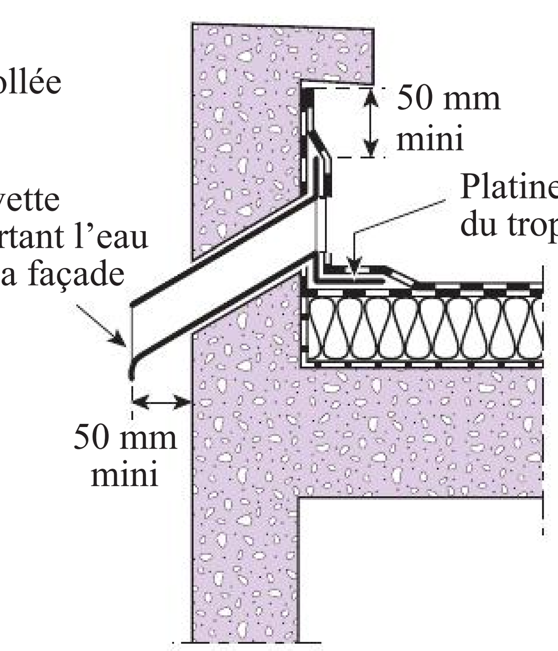
Ventilation



Eaux pluviales

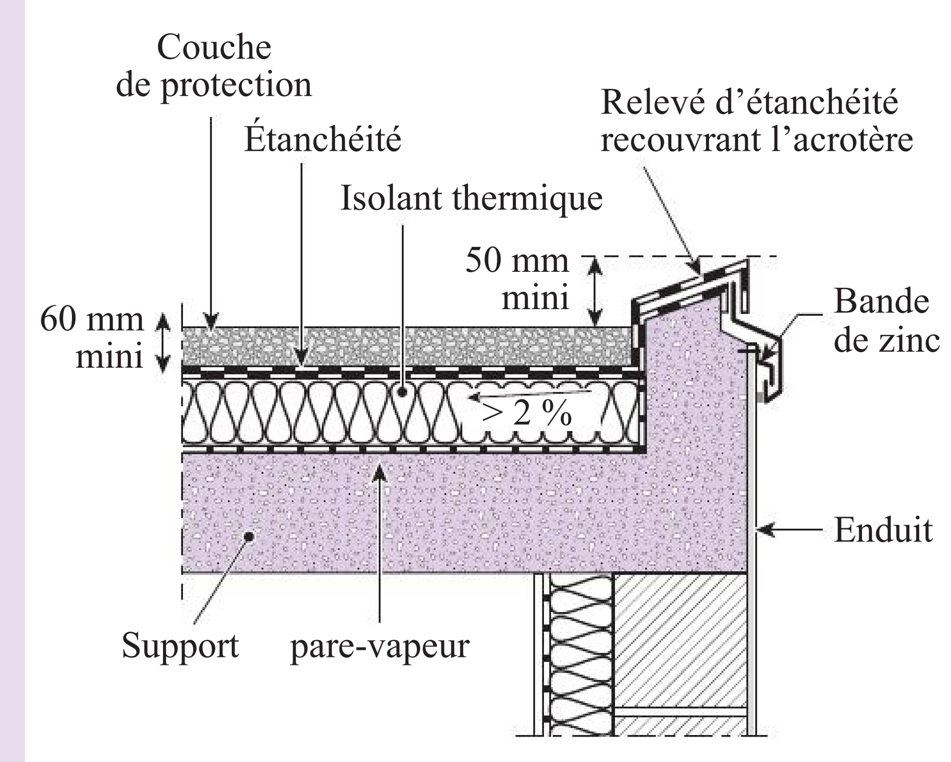


Bouche avec garde-grève
(terrasse inaccessible)



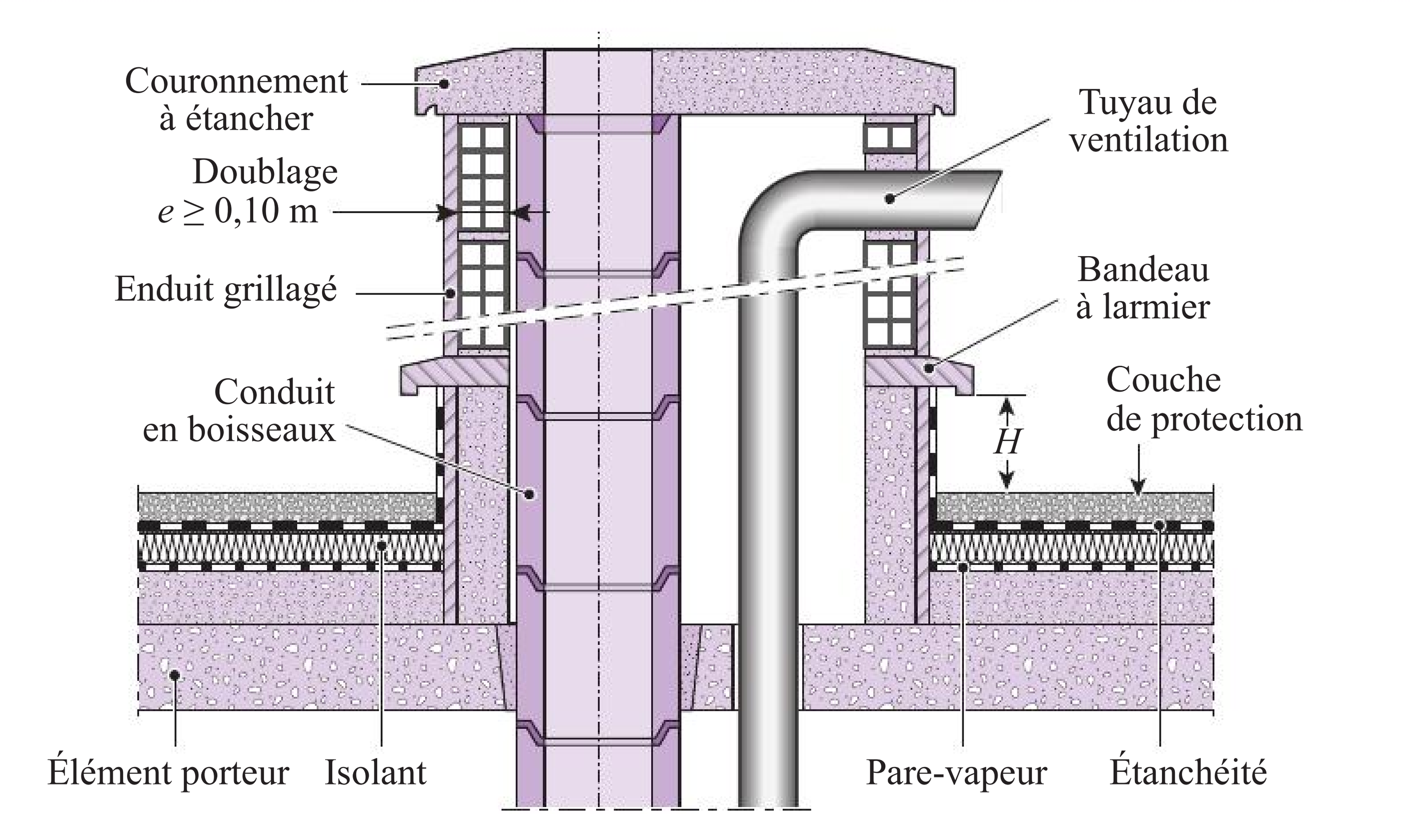
Trop-plein
(terrasse inaccessible)

Habillage d'acrotère



Toiture-terrasse non accessible

Conduit de fumée



H = hauteur du relevé

Comment ça marche

Toitures-terrasses végétalisées

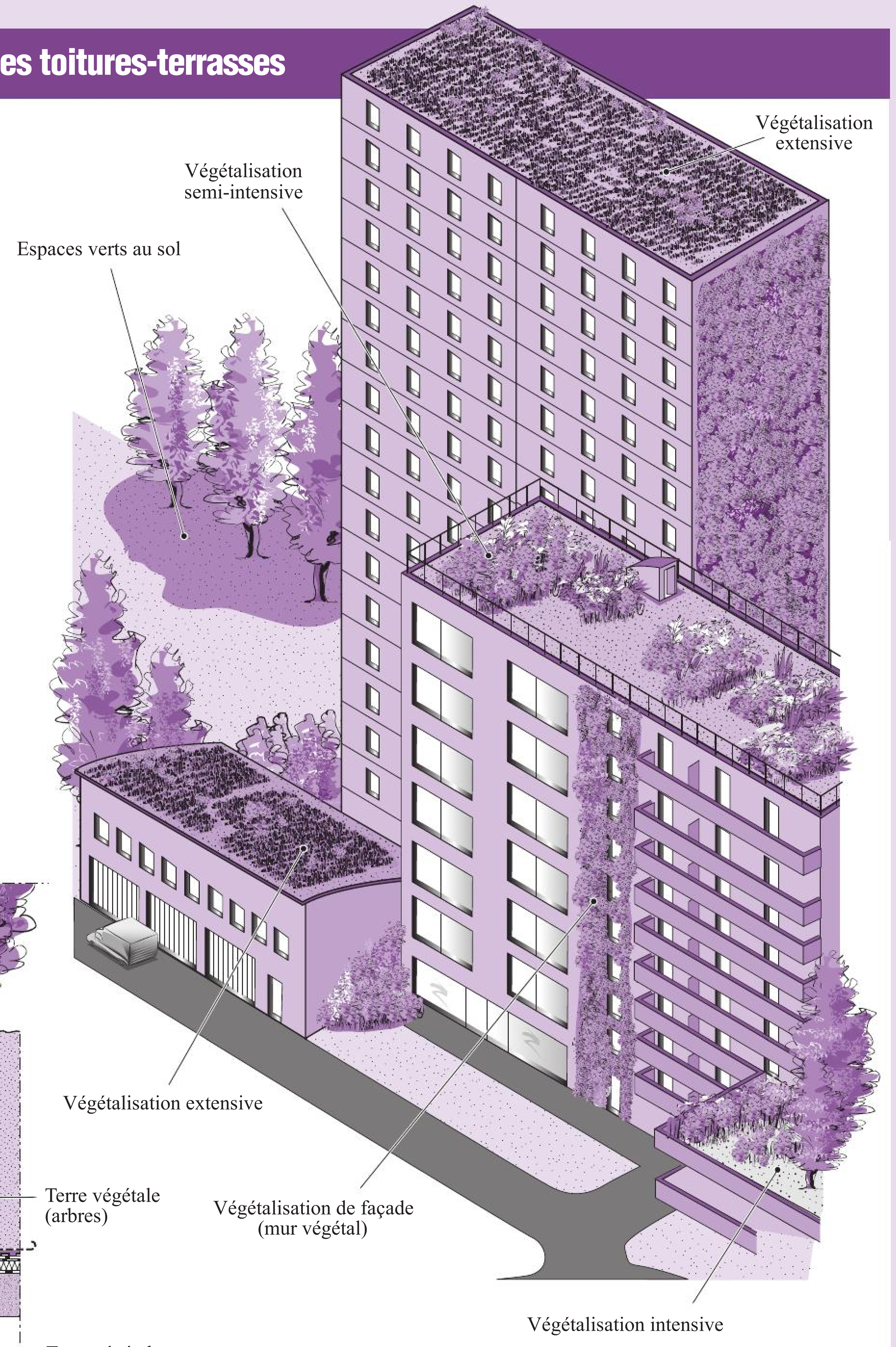
Trois types de végétalisation des terrasses et toitures sont à distinguer : la végétalisation extensive qui forme un simple couvert végétal, la végétalisation semi-intensive qui forme un espace végétal paysager de faible hauteur, et la végétalisation intensive aussi appelée toiture-terrasse-jardin. Les toitures-terrasses végétalisées présentent de nombreux avantages : isolation acoustique, isolation thermique, régulation des eaux pluviales, intérêt écologique et esthétique, etc.

Typologie de la végétalisation des toitures-terrasses

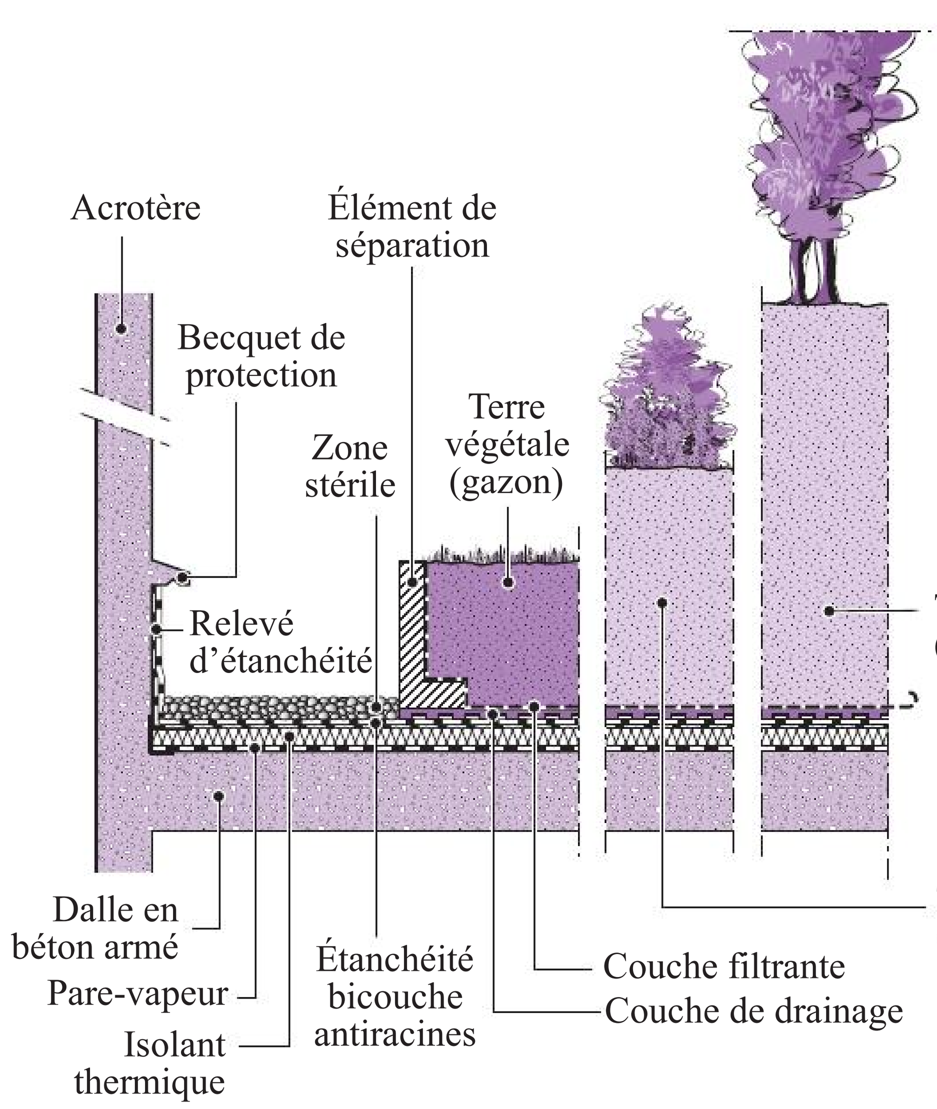
Végétalisation extensive
Elle est généralement réalisée sur des toitures disposant de surcharges admissibles faibles. Les associations végétales sont proches de celles de la nature et adaptées aux conditions de sécheresse extrêmes. L'objectif de sa mise en place est un fonctionnement autonome.

Végétalisation semi-intensive
Elle est mise en place sur des toitures plates et acceptent des graminées, des plantes vivaces et des arbustes tapissants ou de faible hauteur. Réalisée sur des couches de culture de faible épaisseur, son entretien est plus important que celui des végétalisations extensives, mais moins que celui des végétalisations intensives.

Végétalisation intensive
Elle couvre des espaces entretenus régulièrement et destinés à être fréquentés. Plantes vivaces, arbustes, arbres et pelouses y sont plantés ; les combinaisons esthétiques possibles sont celles des espaces verts. Les végétalisations intensives nécessitent des épaisseurs de couches de culture importantes et des surcharges admissibles plus grandes que celles des autres types de végétalisation.



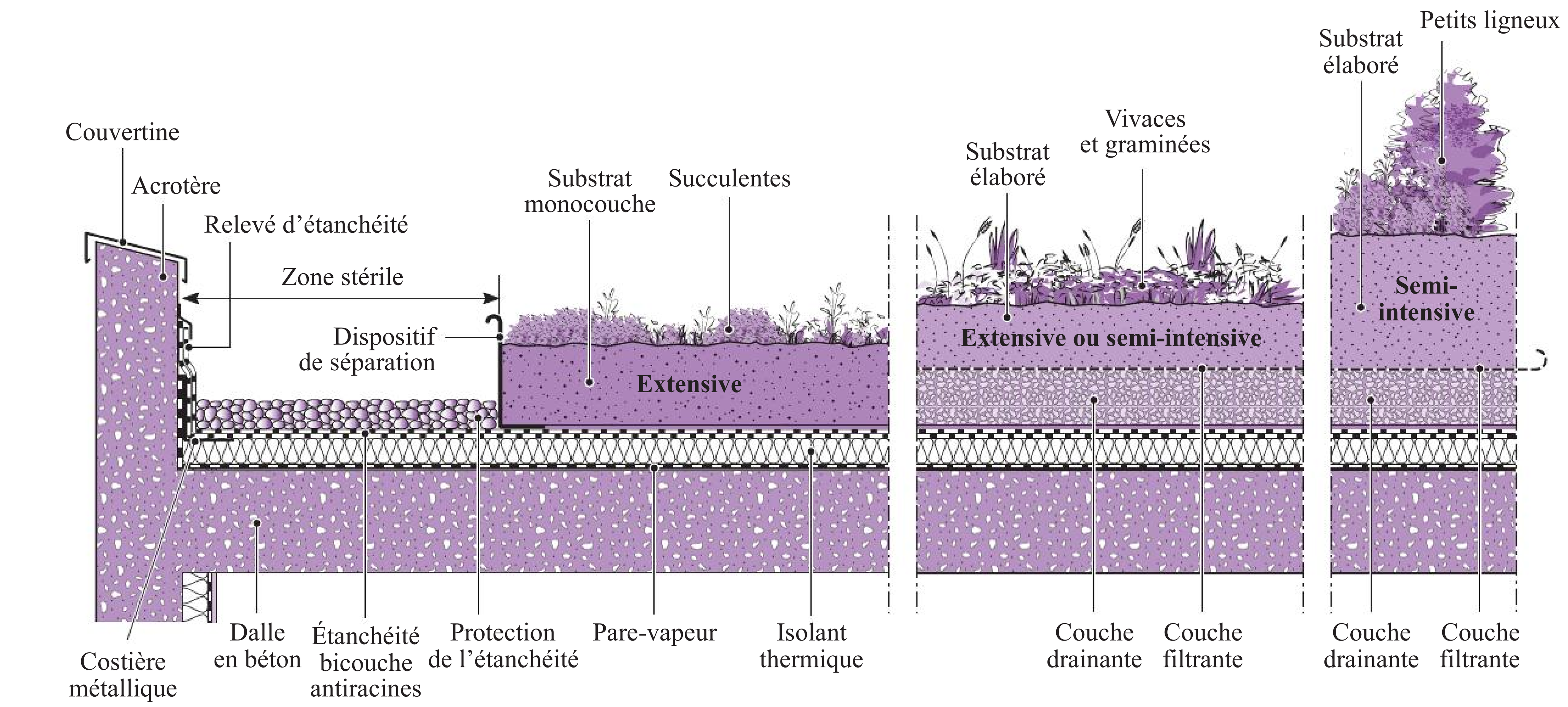
Trois types de végétalisation des toitures-terrasses



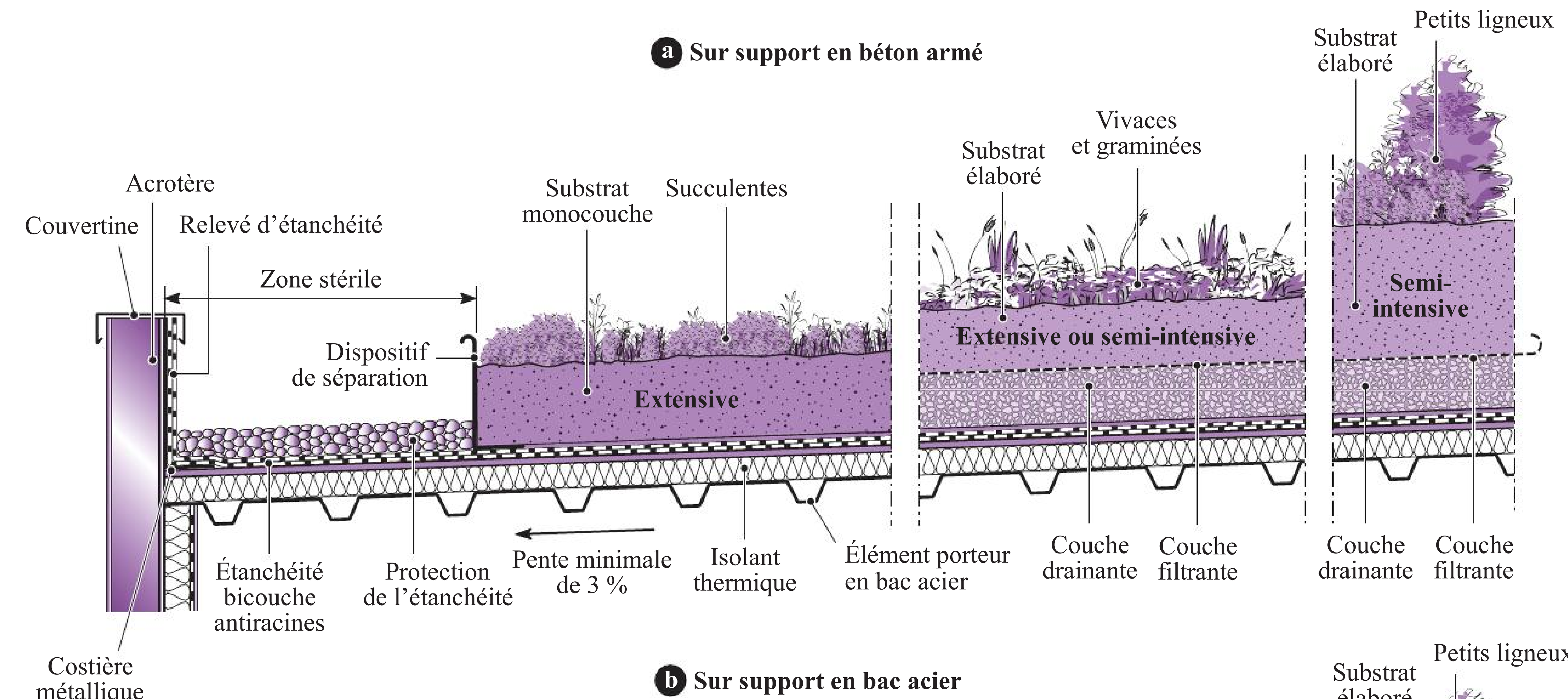
Exemple de végétalisation intensive
(toiture-terrasse-jardin)

Détails des supports de végétalisation semi-intensive et extensive

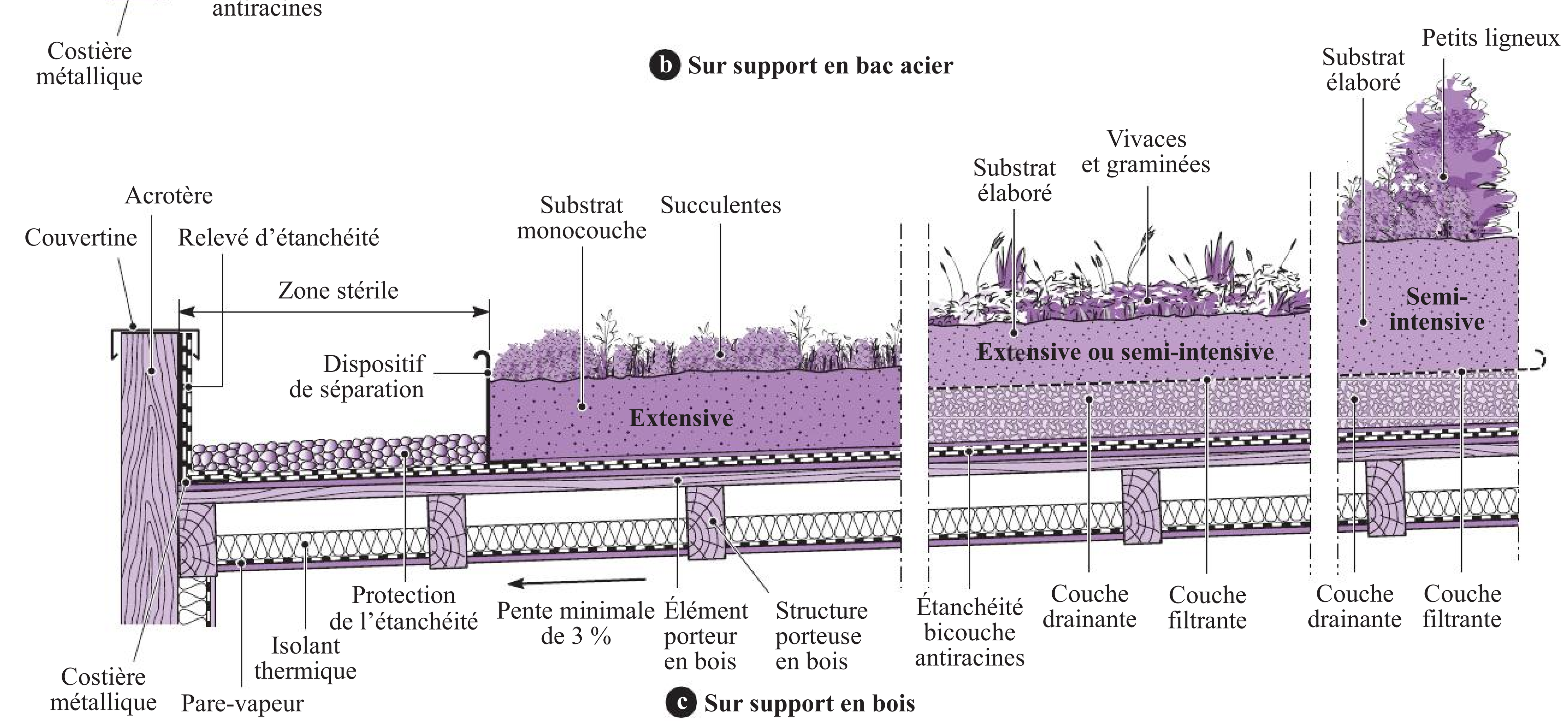
La mise en œuvre d'une toiture végétalisée extensive et semi-intensive varie selon le support (béton armé (a), bac acier (b) ou bois (c)). Les figures ci-dessous donnent le détail des couches de drainage, des couches filtrantes et des proportions d'épaisseur de substrat en fonction du type de culture, ainsi que les hauteurs et configurations des relevés d'étanchéité et des zones stériles.



a Sur support en béton armé



b Sur support en bac acier



c Sur support en bois

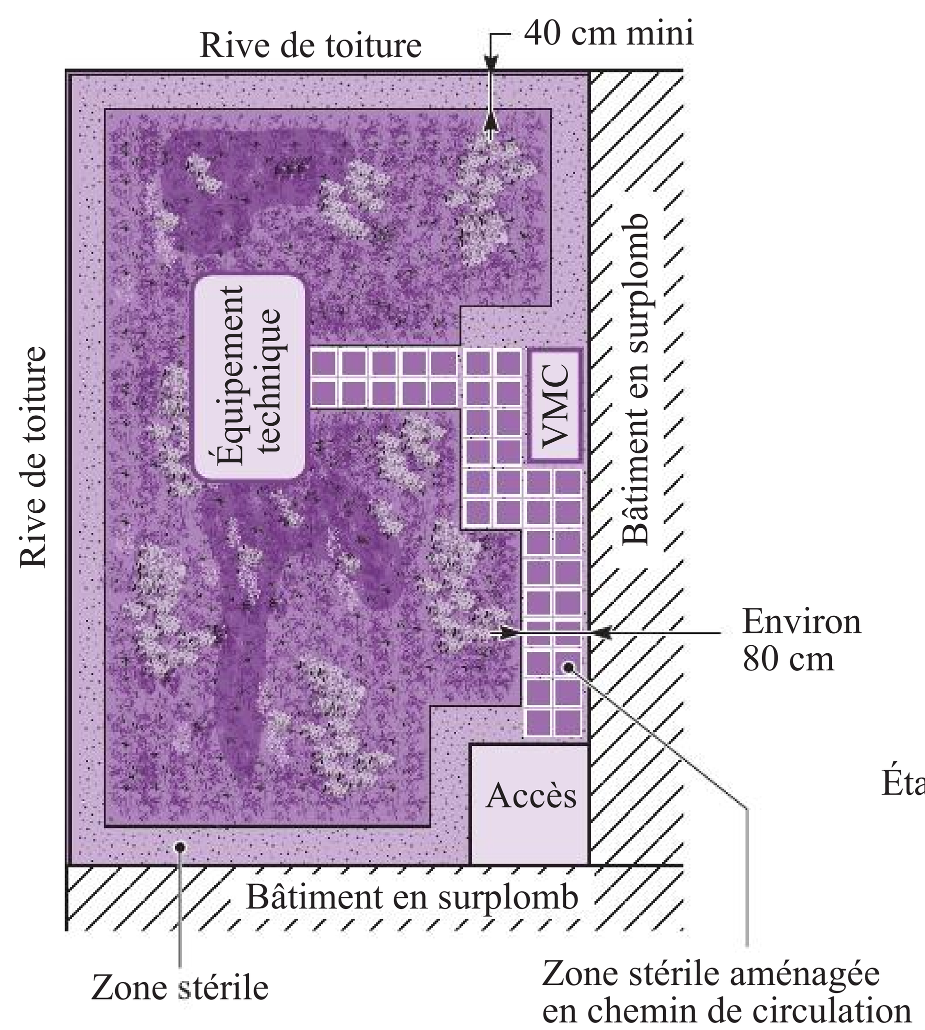
Toitures végétalisées : points singuliers

Comment ça marche

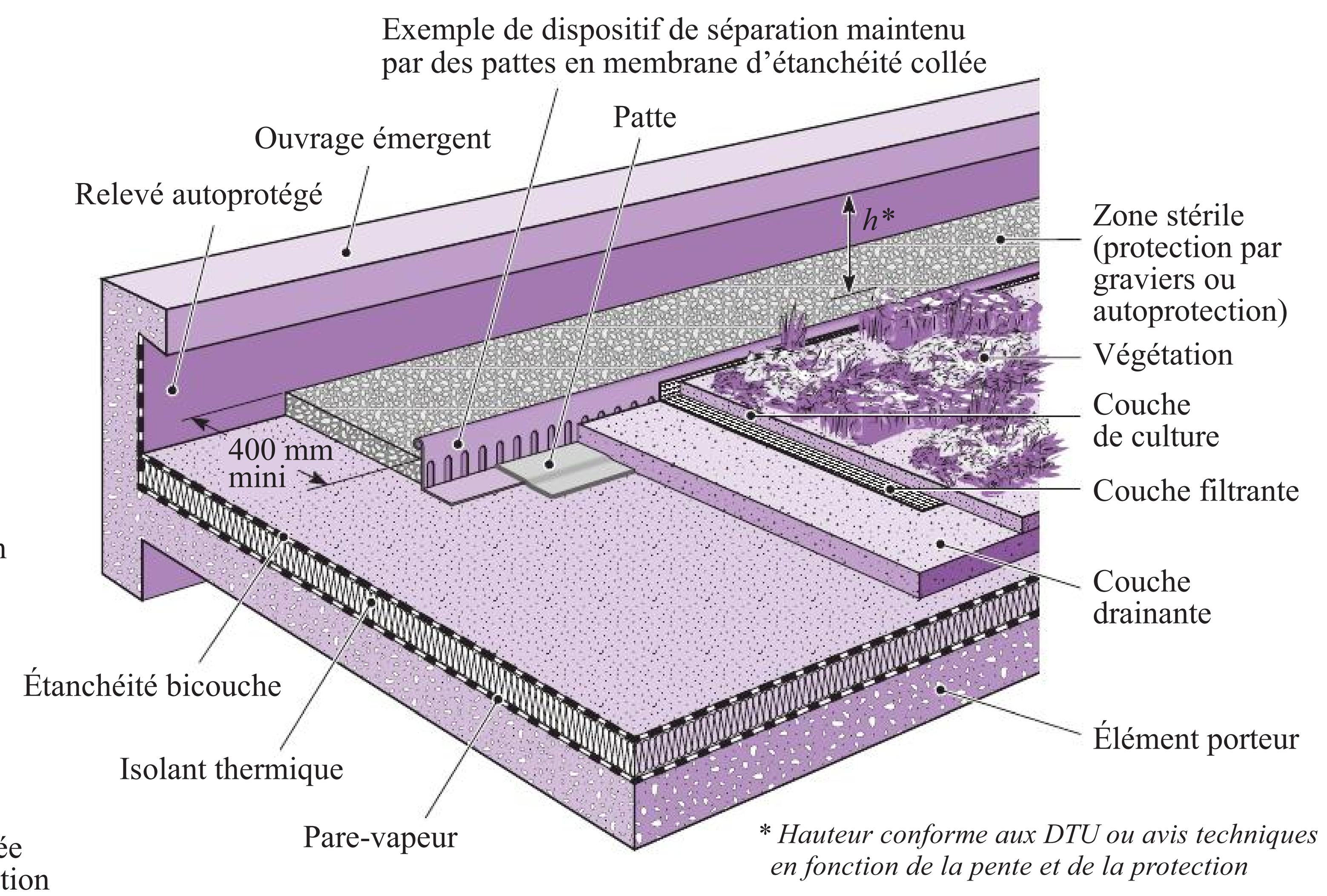
L'étude de la végétalisation d'une toiture-terrasse doit prendre en compte le traitement des chemins de circulation, des zones stériles, des émergences, des évacuations d'eau pluviale, des joints de dilatation, des lanterneaux et, d'une façon générale, des différents points singuliers de la toiture. Un système de rétention ou de réserve en eau peut également être intégré si la configuration et les surcharges admissibles du support le permettent.

Zones de végétalisation et chemins de circulation

Il est recommandé de conserver en périphérie des ouvrages construits et des ouvrages émergents (lanterneaux, cheminées, etc.), une bande non végétalisée de 0,40 m appelée bande stérile, pourvue d'une protection (graviers, dallettes, etc.). Les chemins de circulation permettent l'accès aux équipements techniques et doivent être dotés d'un revêtement approprié. La zone stérile n'est pas un chemin de circulation.



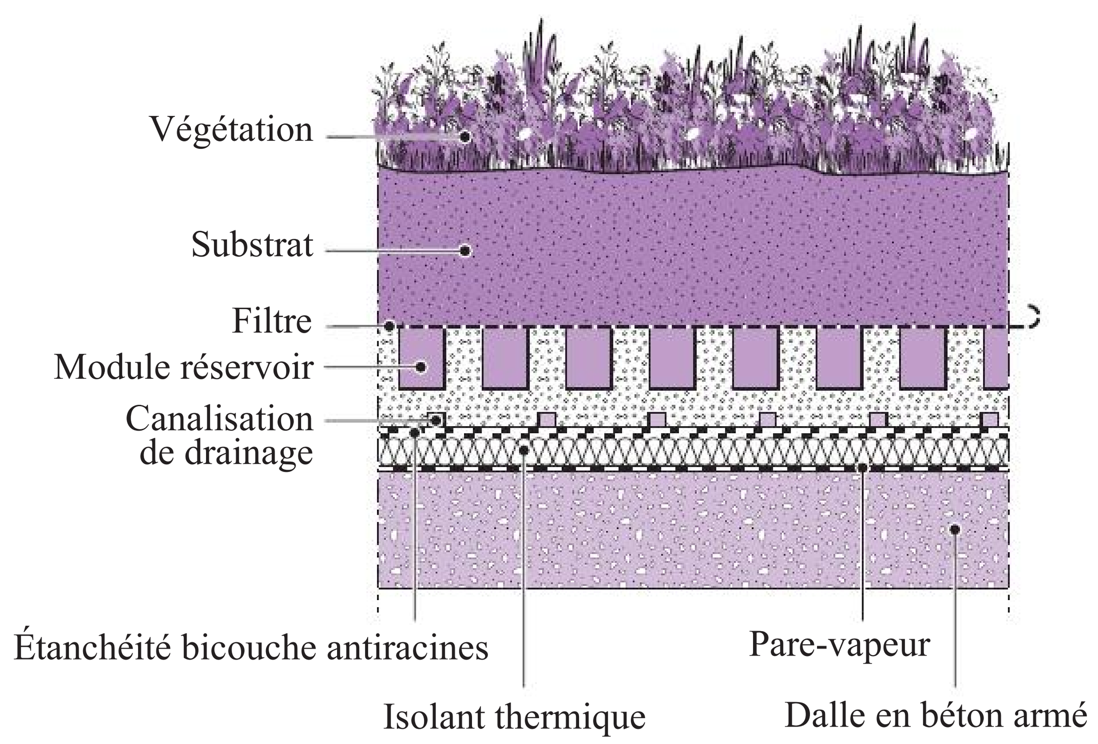
Chemin de circulation indépendant de la zone stérile



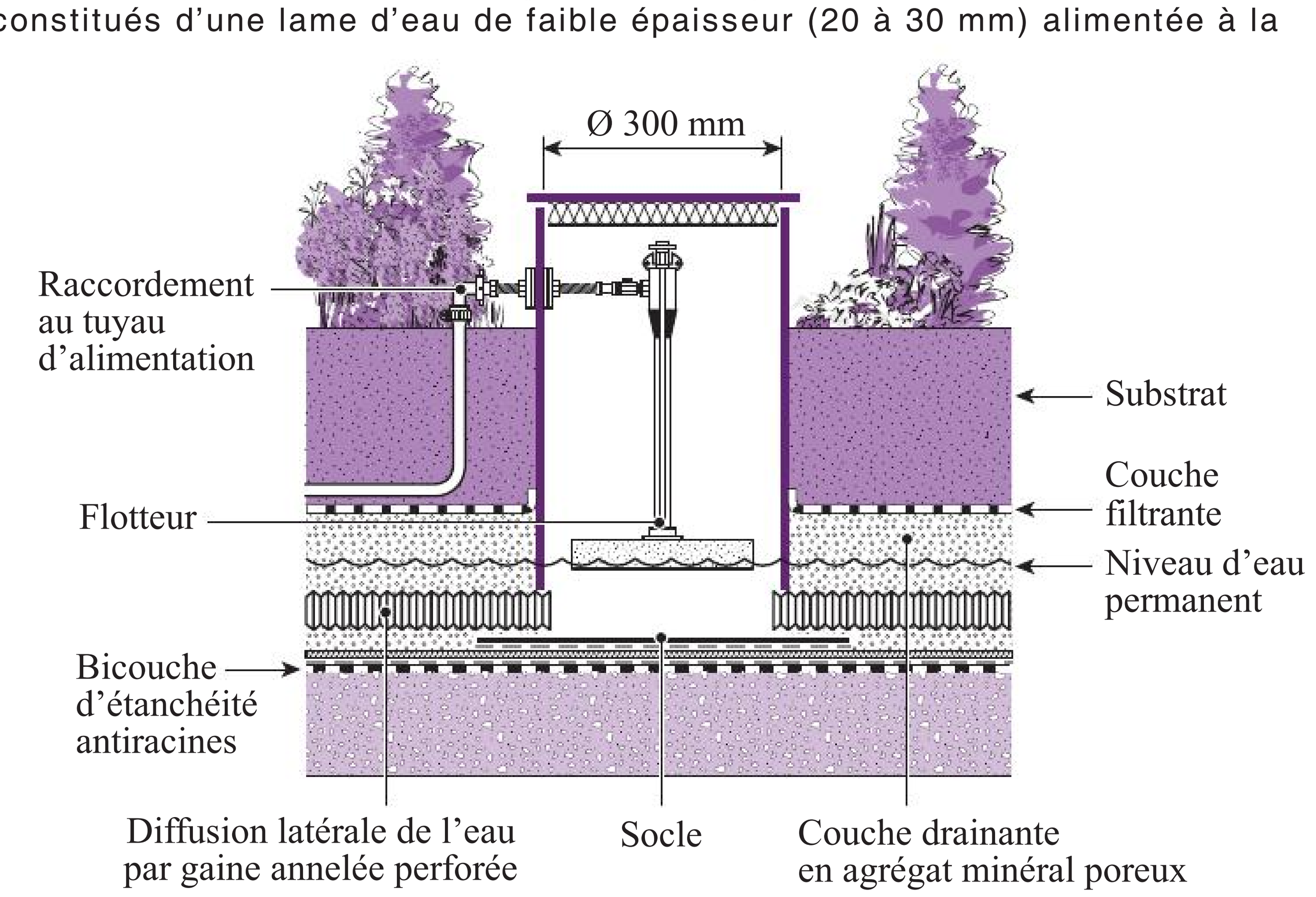
Traitement de la périphérie avec zone stérile

Systèmes de rétention et de réserve d'eau

Le système doit retenir le plus d'eau possible dans un minimum de volume en tenant compte des surcharges admissibles du support. Les systèmes de rétention en eau en masse (a) piègent l'eau de pluie dans des alvéoles étanches mises en place en partie basse du système de culture. L'eau est utilisée après diffusion par capillarité dans la couche de culture, ou par puisage direct du système racinaire dans la réserve. Les systèmes de rétention en eau permanente (b) sont constitués d'une lame d'eau de faible épaisseur (20 à 30 mm) alimentée à la demande par un système de flotteur.



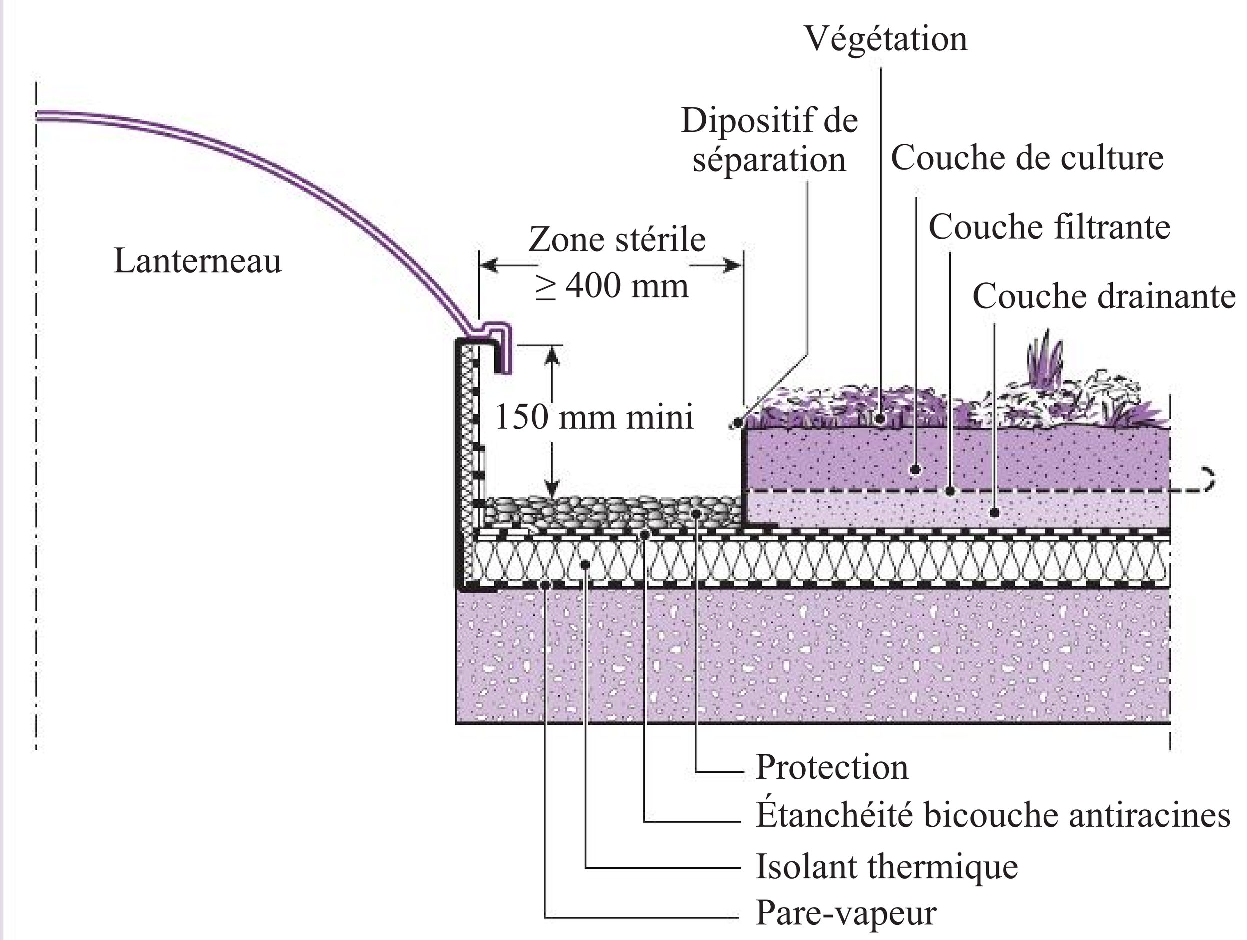
a Système à rétention d'eau en masse



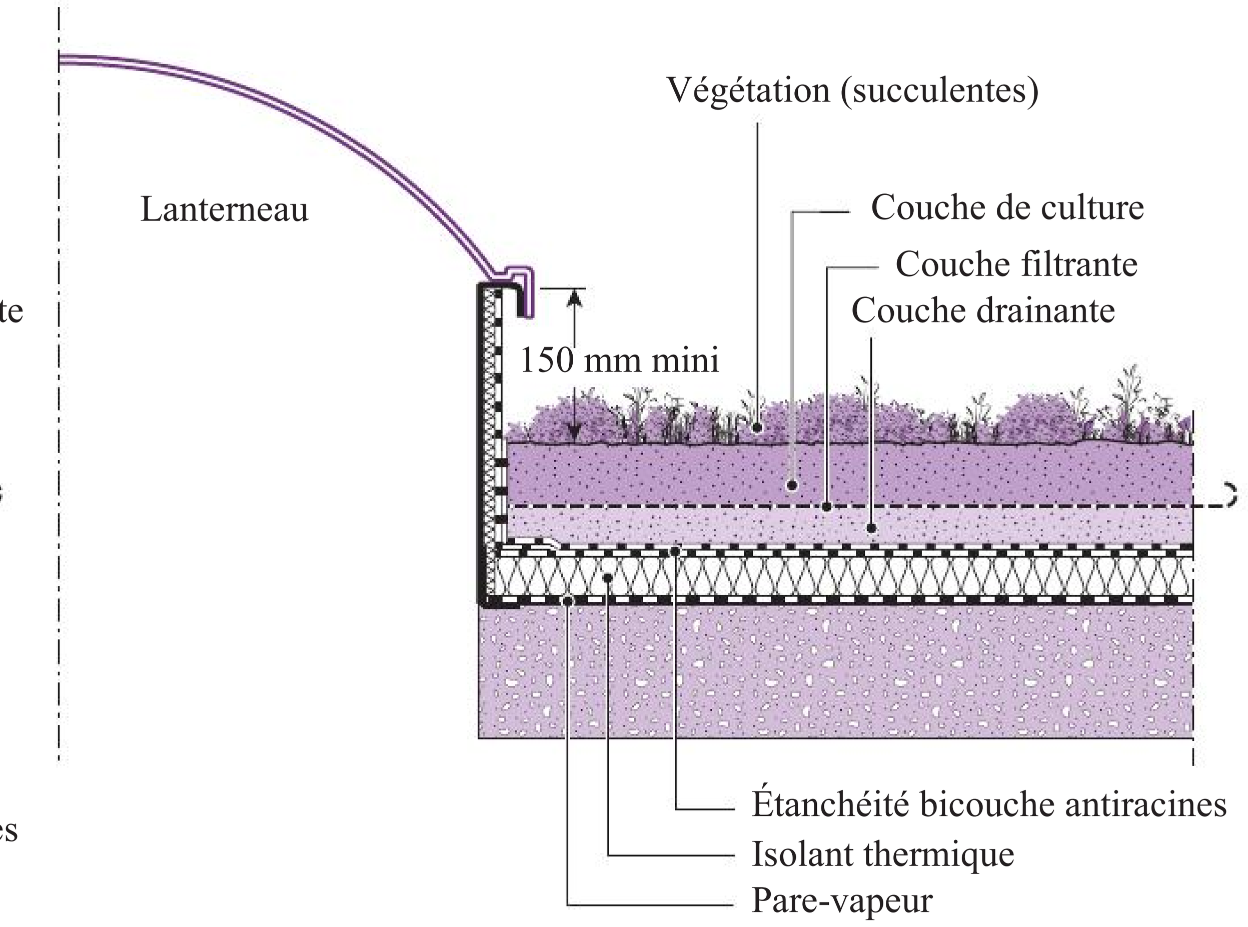
b Système à réserve d'eau permanente

Points singuliers

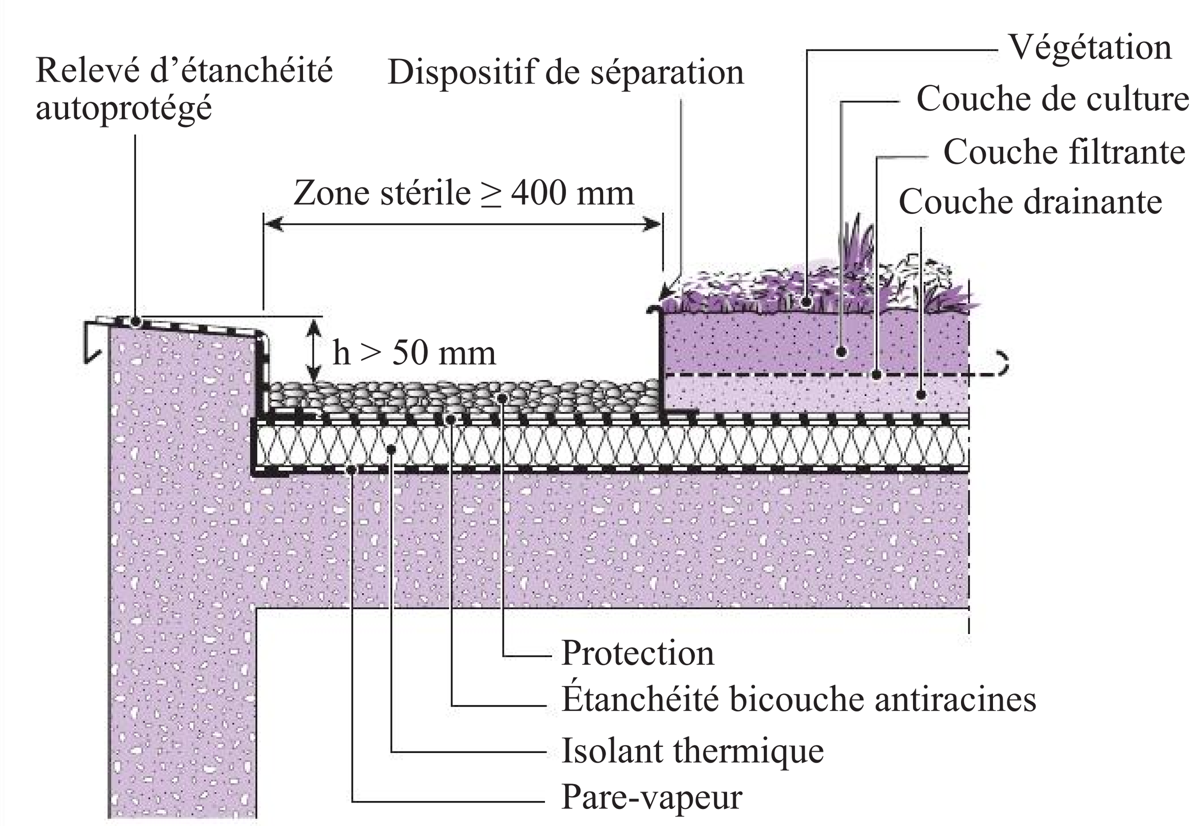
Détails d'exécution pour le traitement des lanterneaux avec (a) ou sans zone stérile (b), des acrotères (c), des évacuations d'eaux pluviales (d), des joints de dilatation apparents avec (e) ou sans protection meuble (f) et des joints de dilatation enterrés (g).



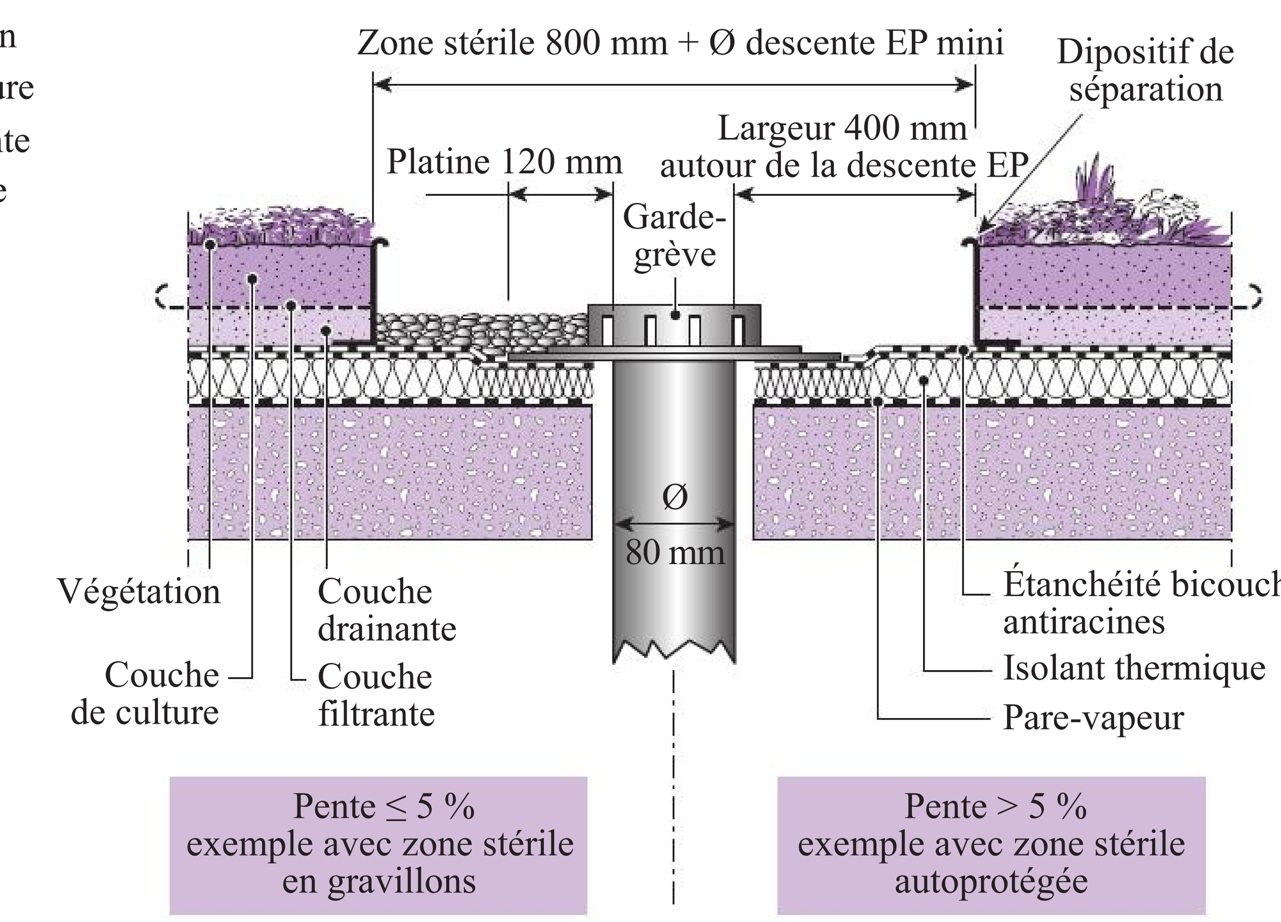
a Lanterneau avec zone stérile



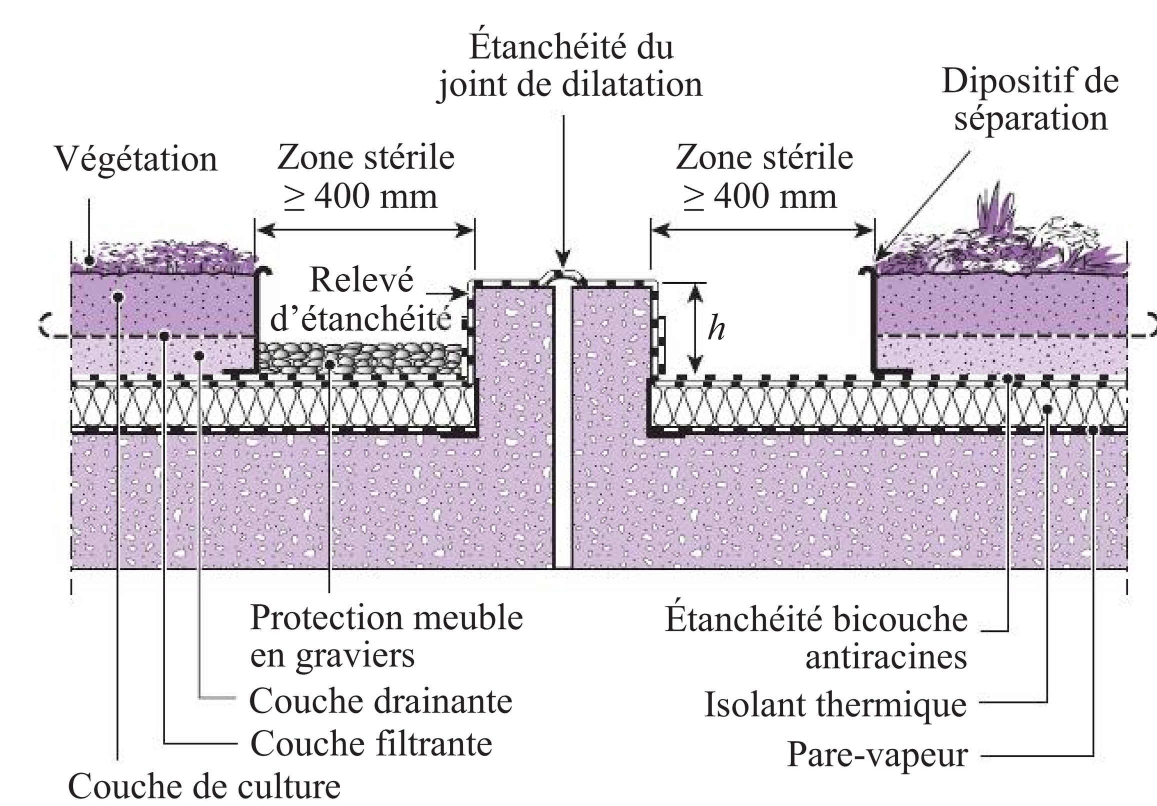
b Lanterneau sans zone stérile



c Acrotère revêtu par l'étanchéité jusqu'à l'arête extérieure avec zone stérile

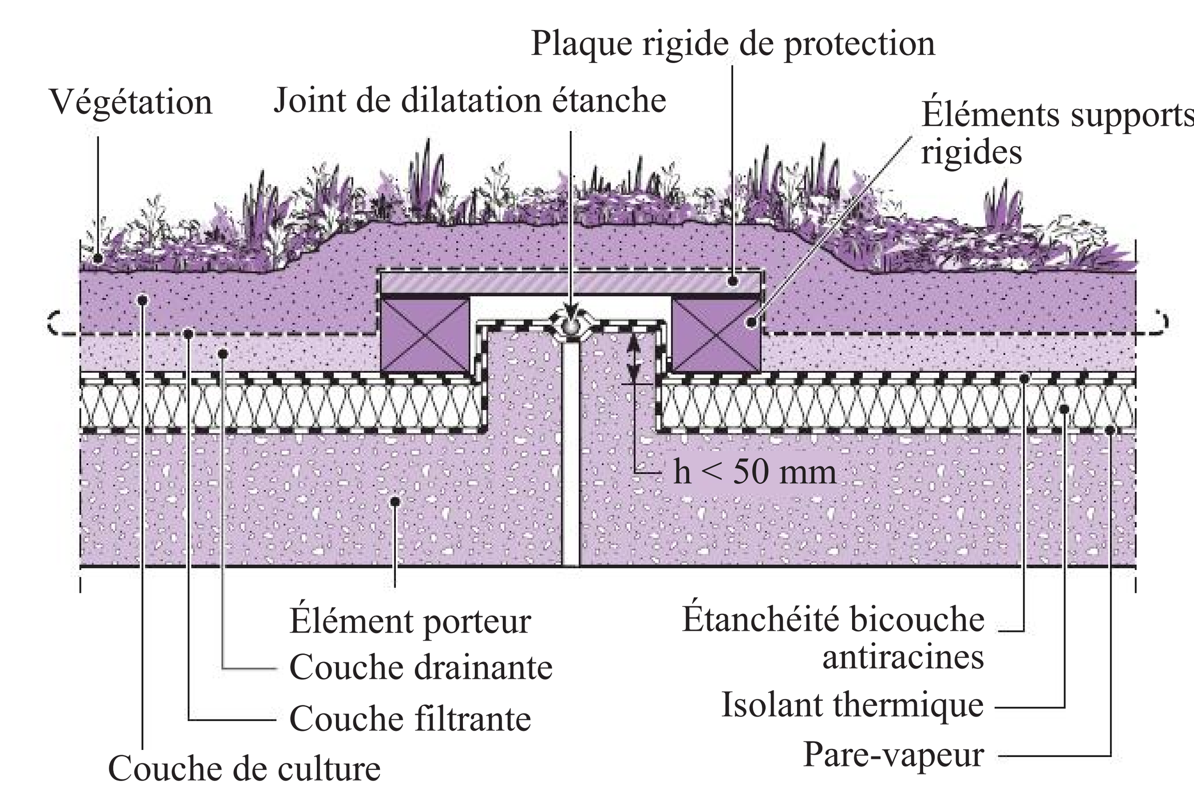


d Évacuation des eaux pluviales



e Joint de dilatation apparent avec protection meuble

f Joint de dilatation apparent autoprotégé



g Joint de dilatation enterré

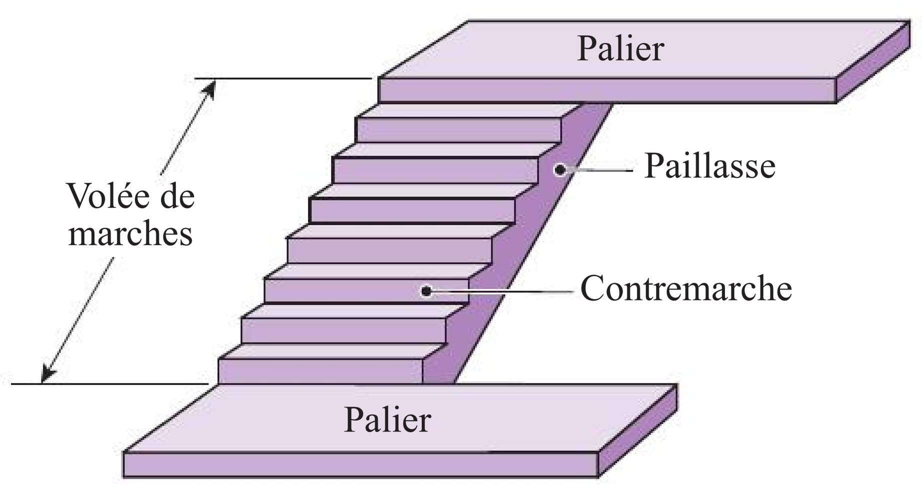
Comment ça marche

Escaliers en béton

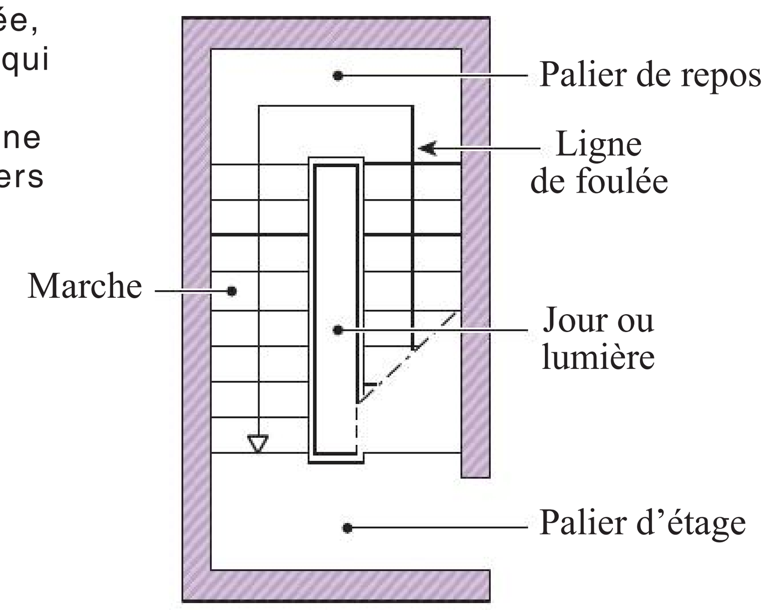
Les escaliers en béton armé, intérieurs ou extérieurs, peuvent être construits sur place au moyen de coffrages ou montés à partir d'éléments préfabriqués en atelier ; ils peuvent être recouverts de dalles assurant la finition. La préfabrication concerne aussi bien des éléments structurels comme les limons, les crémaillères ou les paillasses que les marches ou les contremarches. Les escaliers en béton sont particulièrement utilisés en extérieur en raison de leur durabilité et de leur résistance aux intempéries.

Typologie et vocabulaire

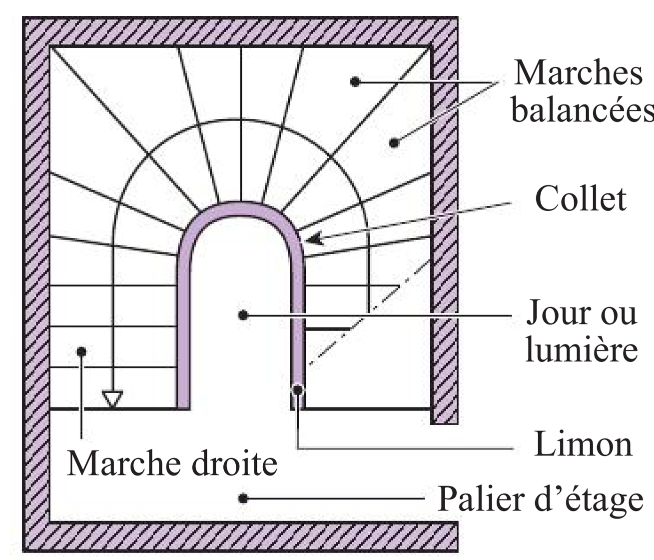
Dans les escaliers en béton, la paillasse est la dalle inclinée, partie intégrante des marches (a). Le limon est une poutre qui sert d'appui aux marches et permet de franchir la hauteur entre deux paliers (b). On distingue les escaliers droits à une ou deux volées (c), les escaliers balancés (d) et les escaliers circulaires (e).



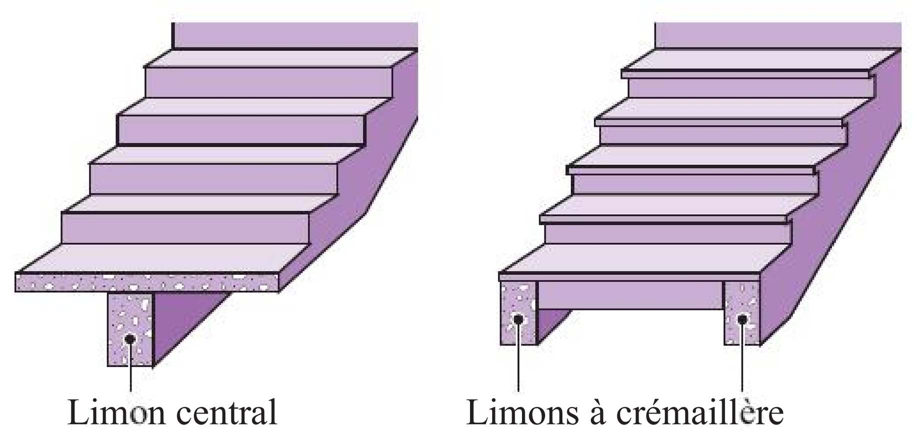
a Escalier à paillasse



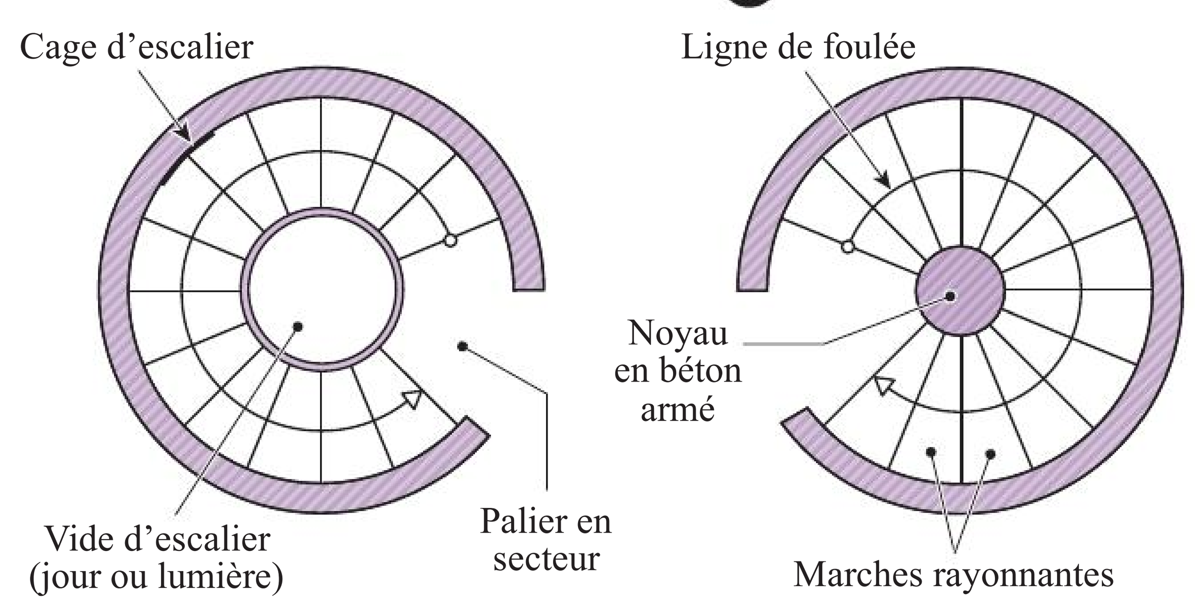
c Escalier droit à deux volées



d Escalier balancé



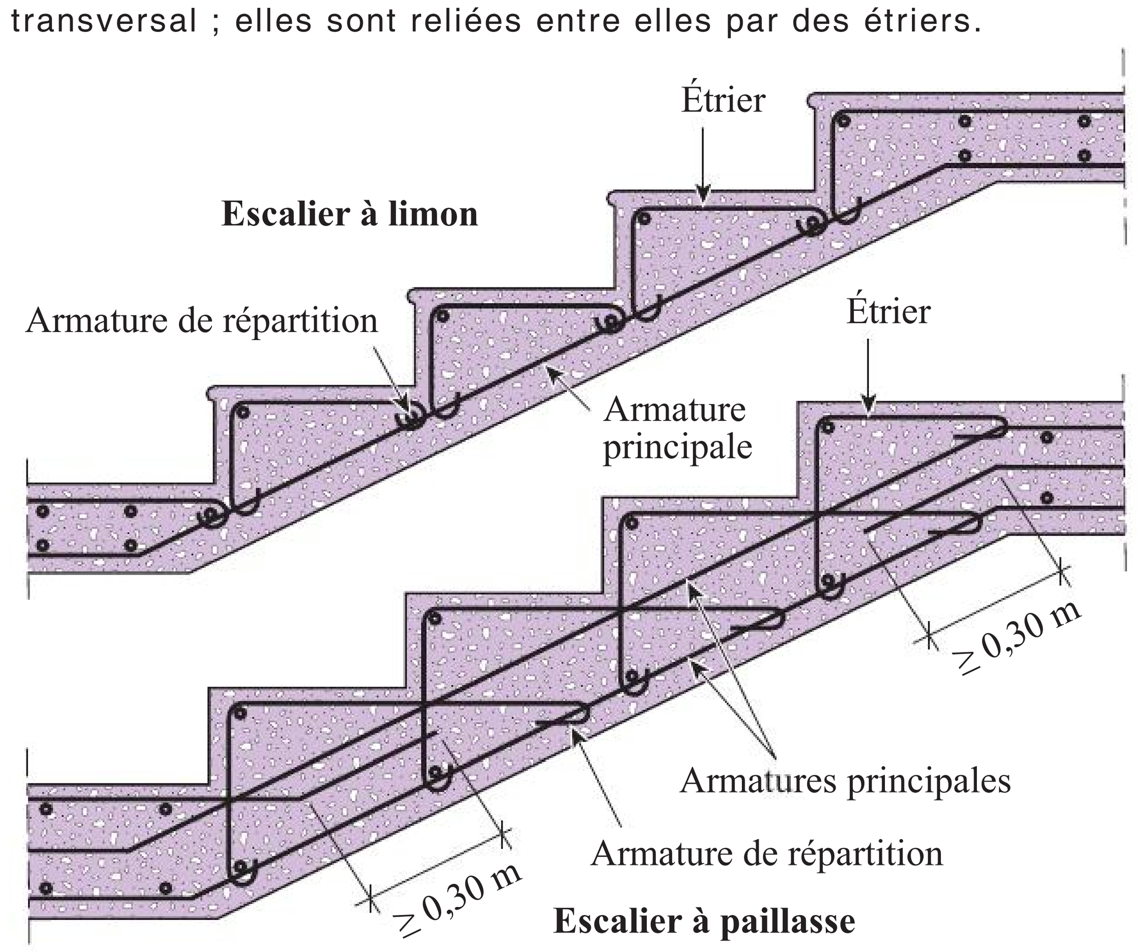
b Escaliers à limons



e Escaliers circulaires

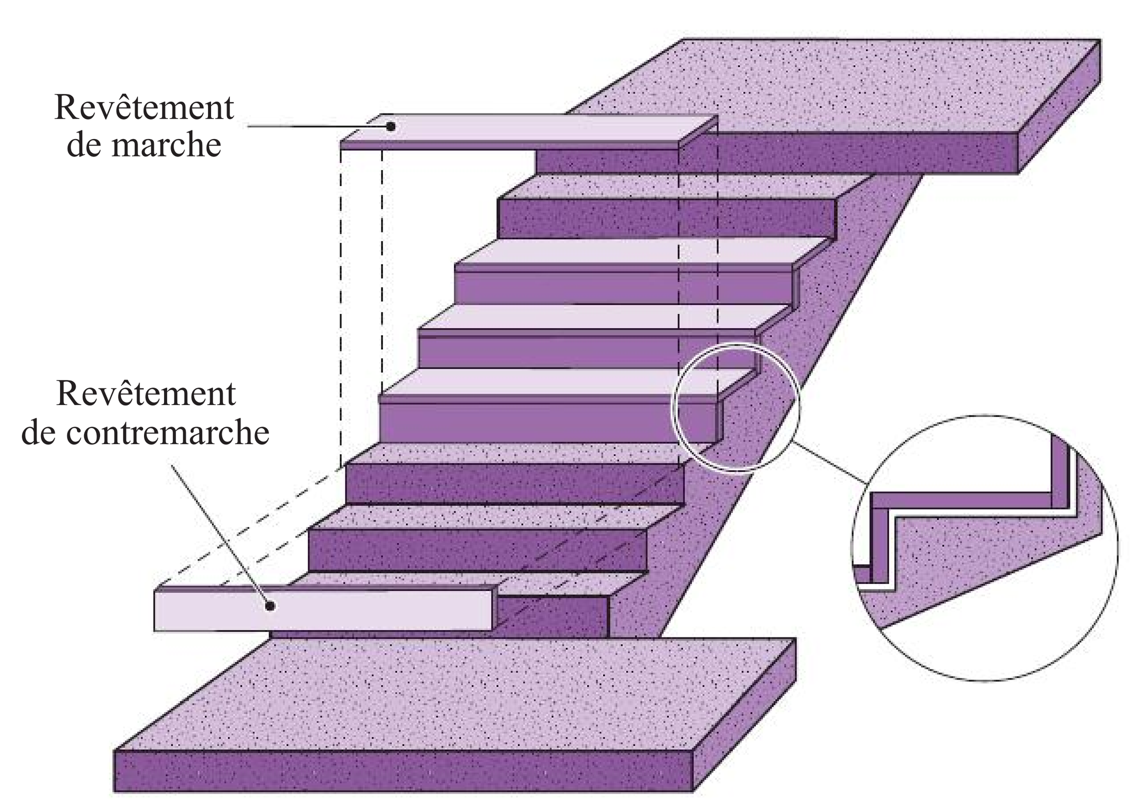
Armatures

Les armatures principales sont placées en partie inférieure de la marche. Les armatures de répartition sont placées dans le sens transversal ; elles sont reliées entre elles par des étriers.



Revêtement des marches

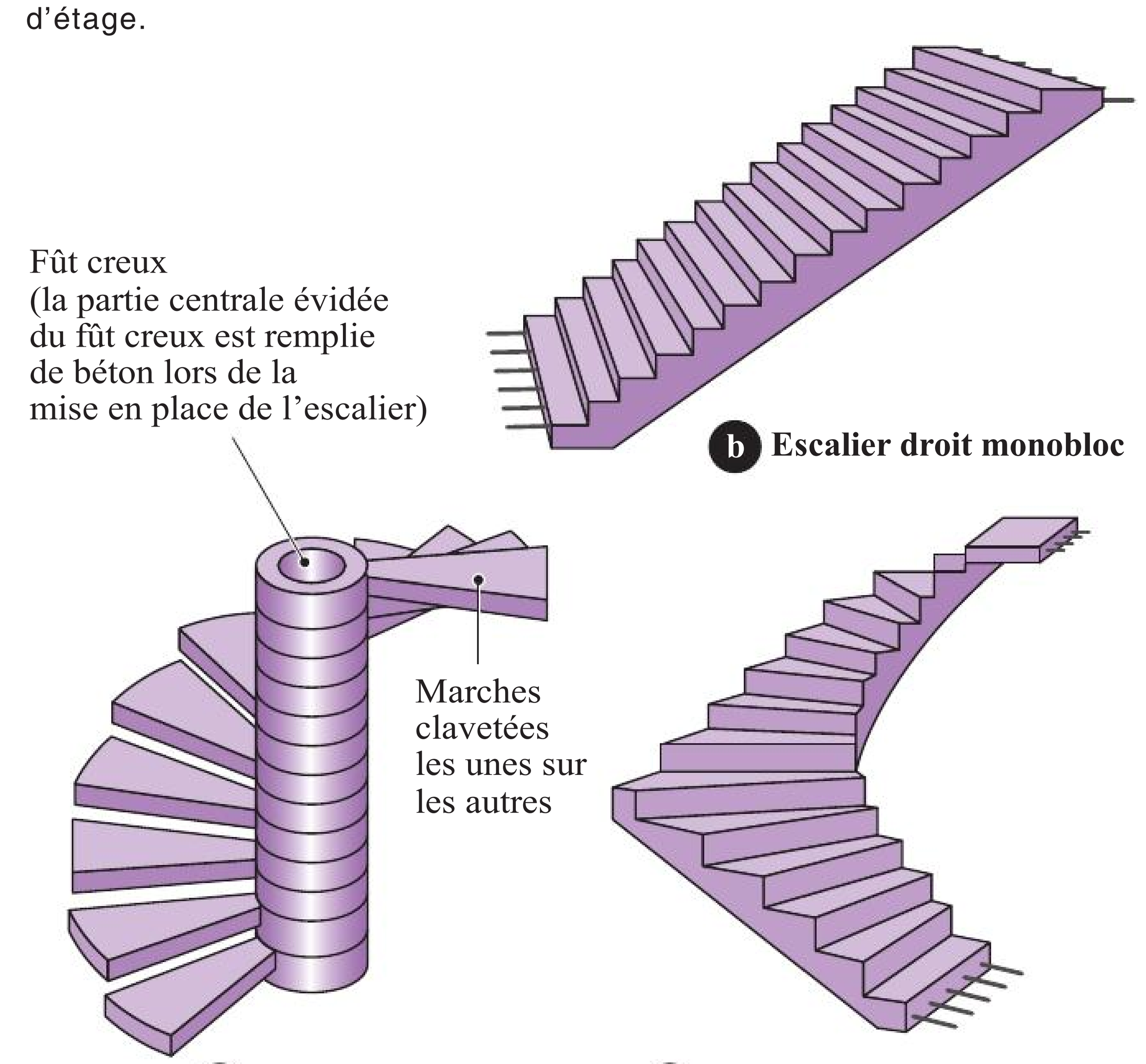
Les revêtements des marches d'escalier doivent résister à la flexion, à l'adhérence, à l'usure, à la glissance, etc. La fixation à la structure est réalisée le plus souvent à l'aide de mortier ou de mortier-colle.



Revêtement d'un escalier à paillasse

Escaliers préfabriqués

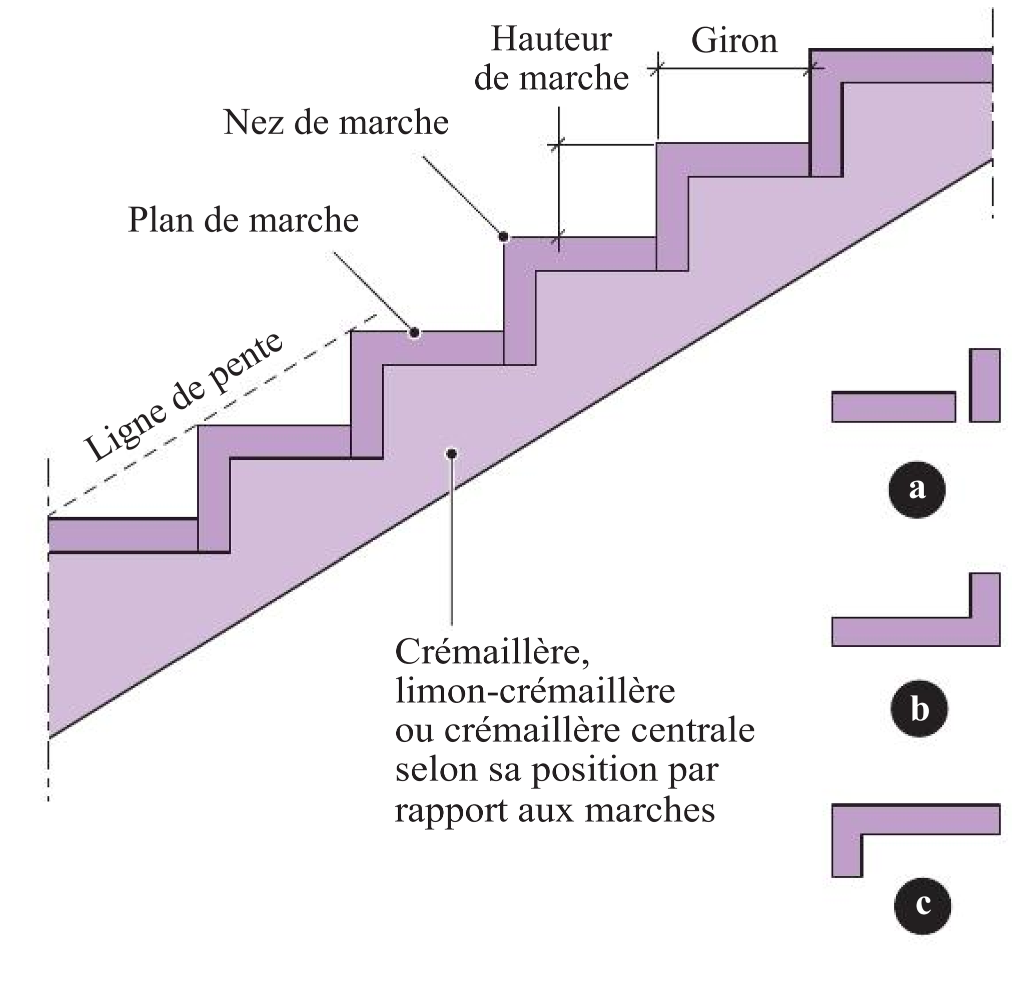
Les éléments des escaliers préfabriqués (a) sont réalisés dans un atelier de préfabrication, puis acheminés sur le chantier pour être mis en place. Les escaliers préfabriqués monoblocs (b et c) sont constitués d'un seul élément correspondant le plus souvent à une hauteur d'étage.



a Escalier hélicoïdal **b** Escalier droit monobloc **c** Escalier balancé monobloc

Marches préfabriquées

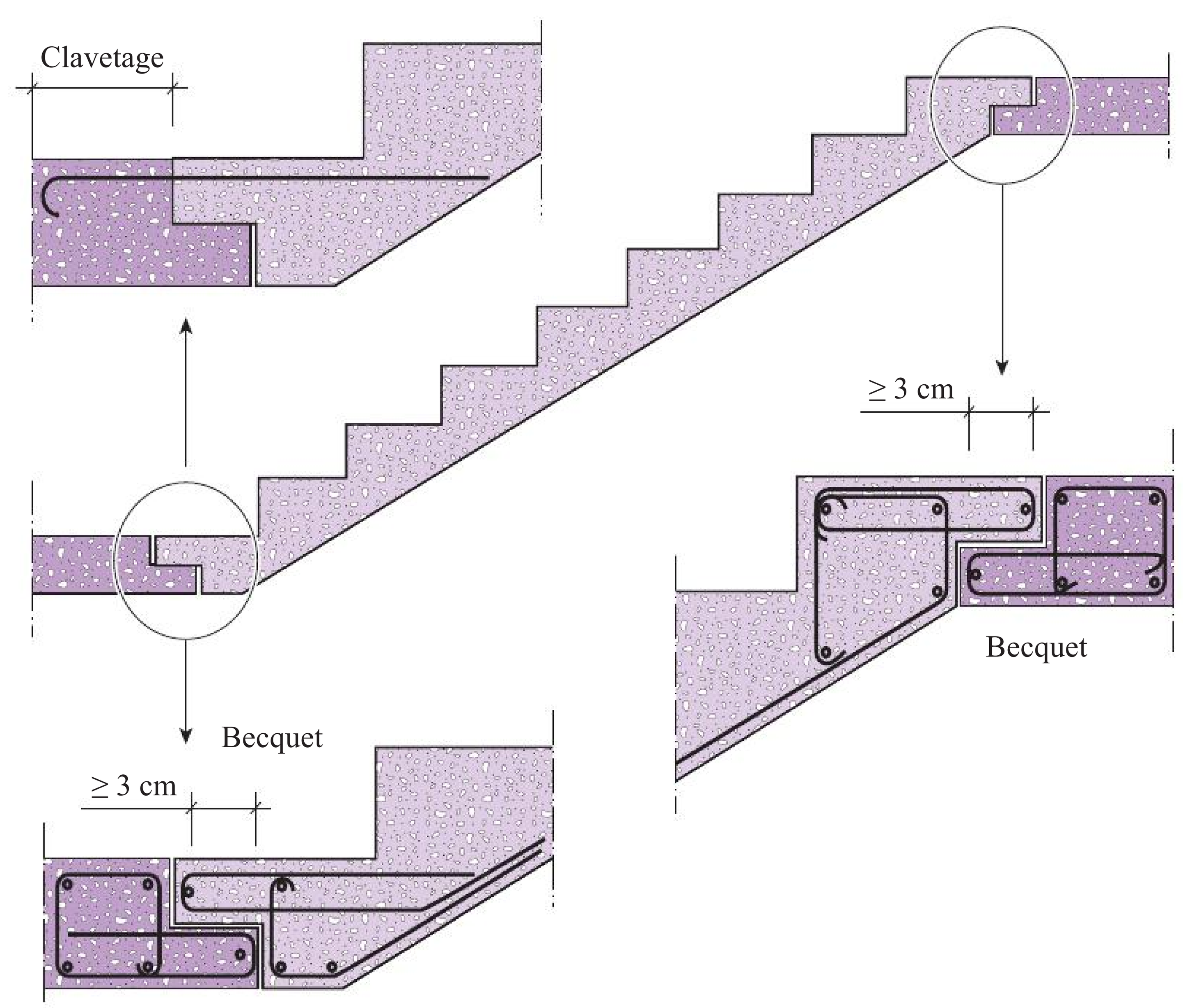
Les marches préfabriquées comportent une marche et une contremarche (a), une marche en équerre composée d'une contremarche et de la marche inférieure (b) ou d'une contremarche et de la marche supérieure (c).



Marches sans débord du nez de marche sur crémaillère, limon-crémaillère ou crémaillère centrale

Clavetages et becquets d'escaliers préfabriqués

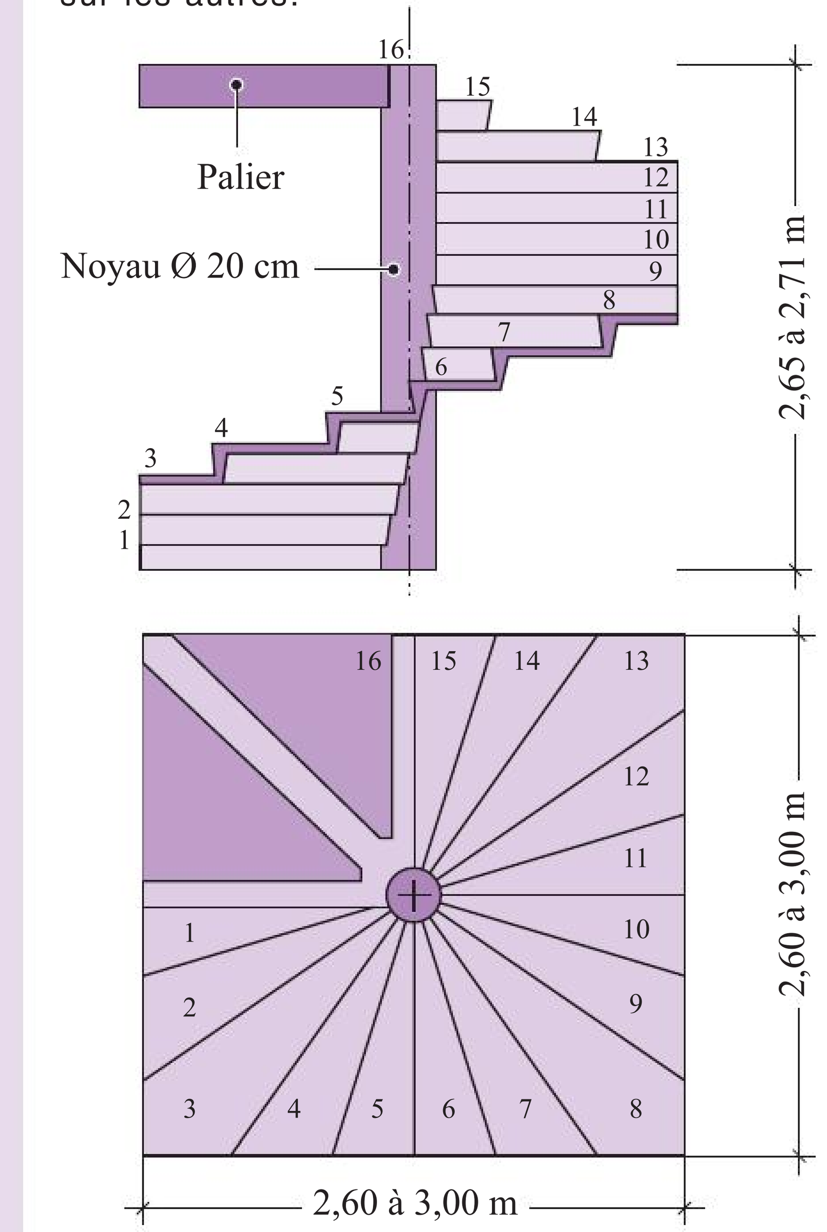
Les escaliers à paillasse porteuse préfabriquée nécessitent un recouvrement minimal de 3 cm entre les armatures des becquets d'appui pour éviter tout risque de rupture brutale entraînant la chute d'une volée. Des clavetages rendent solidaires les paliers et la volée d'escalier.



Clavetage et becquets d'escalier droit

Escaliers hélicoïdaux

Les escaliers hélicoïdaux sont en général préfabriqués. Ils sont composés d'un fût, de marches et d'un palier supérieur avec des armatures en attente de liaison haute. Les éléments sont clavetés les uns sur les autres.



Tracé d'escalier hélicoïdal

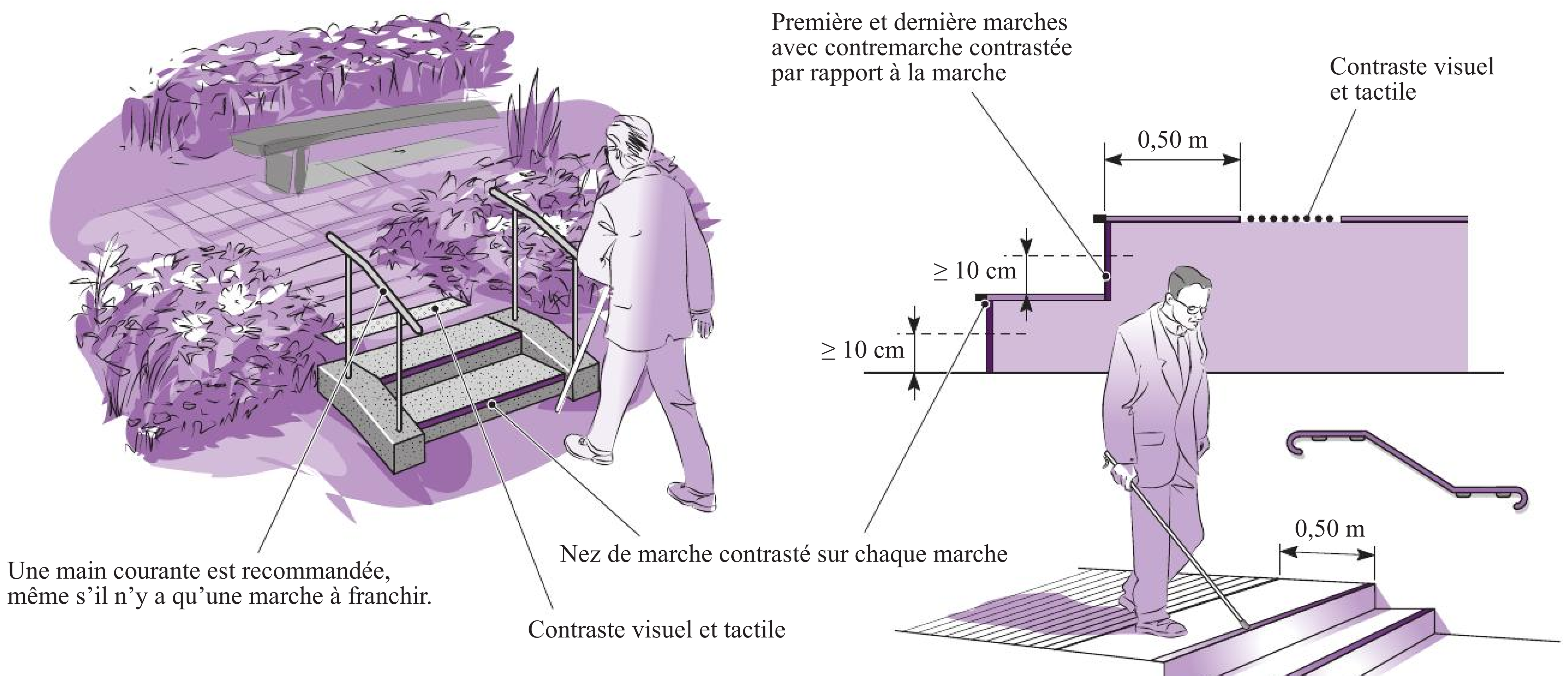
Comment ça marche

Accessibilité des escaliers

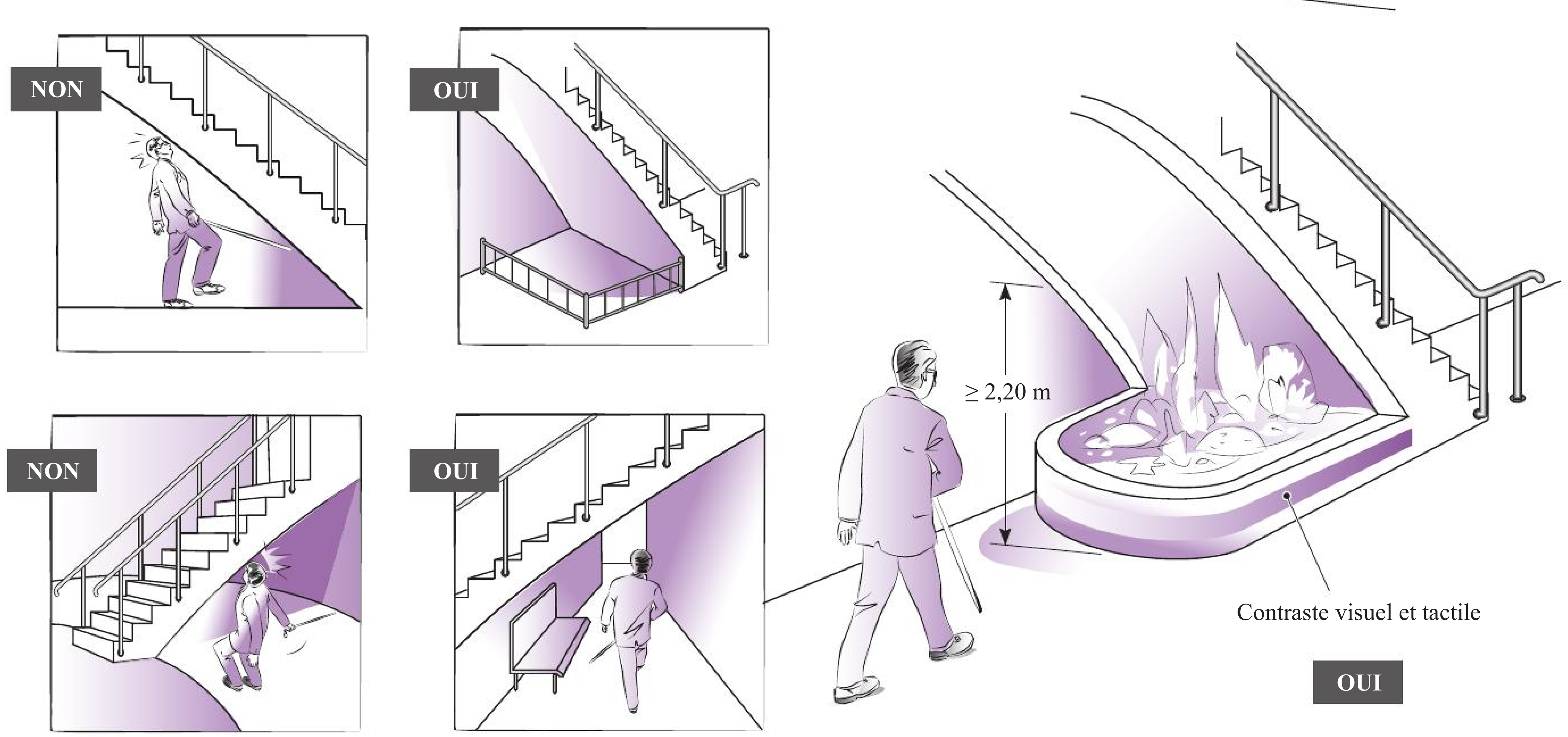
Tous les escaliers situés dans les parties communes des bâtiments d'habitation collectifs, dans les espaces recevant du public (intérieurs et extérieurs) et dans les bâtiments accessibles doivent pouvoir être utilisés par les personnes en situation de handicap (sauf s'ils sont doublés par un ascenseur). Les nez de marches doivent être visibles. Les escaliers intérieurs ou extérieurs franchissant un dénivelé de plus de trois marches doivent comporter des mains courantes préhensibles de part et d'autre.

Escaliers extérieurs

Pour les escaliers comportant trois marches ou plus, les exigences relatives aux escaliers intérieurs des parties communes sont applicables. Pour les escaliers comportant moins de trois marches (a), seules les exigences relatives à la sécurité d'usage (éveil de vigilance, repérage des première et dernière marches, traitement des nez de marches) sont exigées. Une main courante est recommandée. Si l'espace situé sous l'escalier n'est pas clos (b), il peut représenter un danger pour les personnes malvoyantes. La partie située sous 2,30 m doit être signalée par un contraste visuel et un rappel tactile ou tout autre dispositif au sol empêchant le passage.



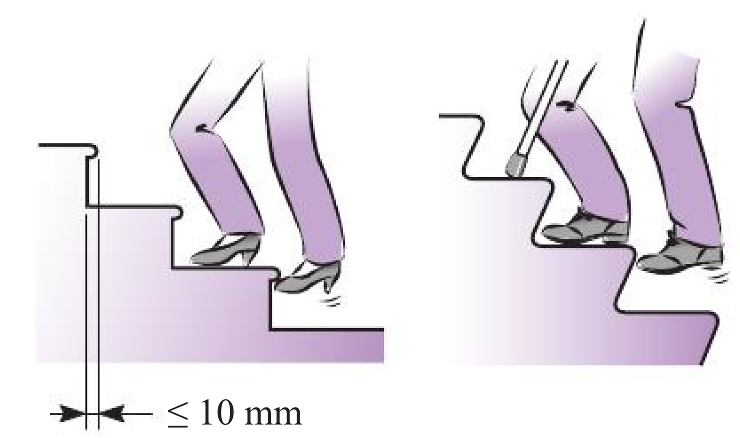
a Escaliers extérieurs de moins de 3 marches



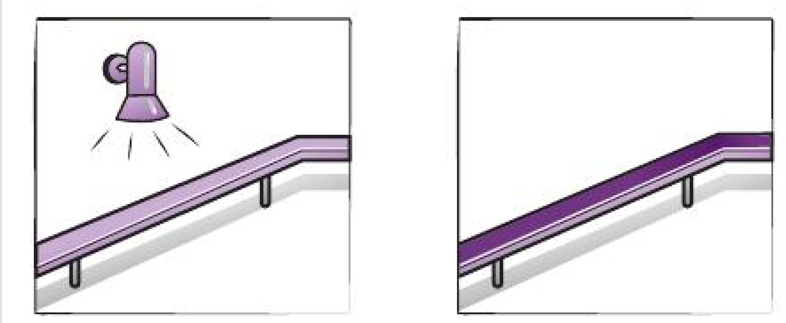
b Repérage de la zone libre sous les escaliers

Escaliers intérieurs

Les escaliers intérieurs doivent avoir une largeur minimale de 1,20 m s'ils ne comportent aucun mur (1,30 m s'ils comportent un mur d'un seul côté et 1,40 m s'ils sont entre deux murs) et comprendre une main courante de chaque côté, même pour les escaliers hélicoïdaux. Ils doivent être facilement repérables grâce à des dispositifs à la fois visuels et tactiles. L'éclairage doit être renforcé et ne pas engendrer de zones d'ombre ni de contre-jours.



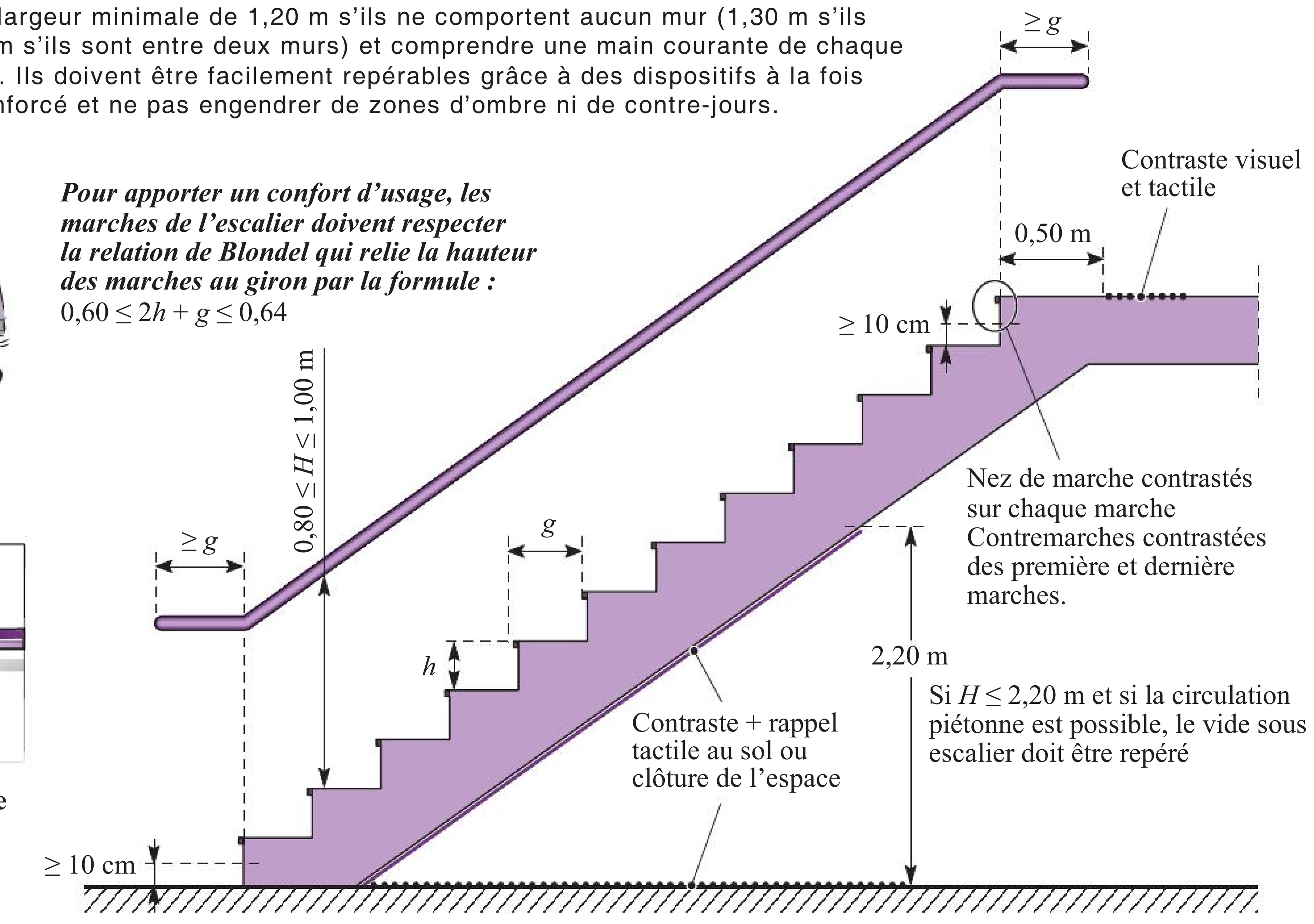
Débord de marche



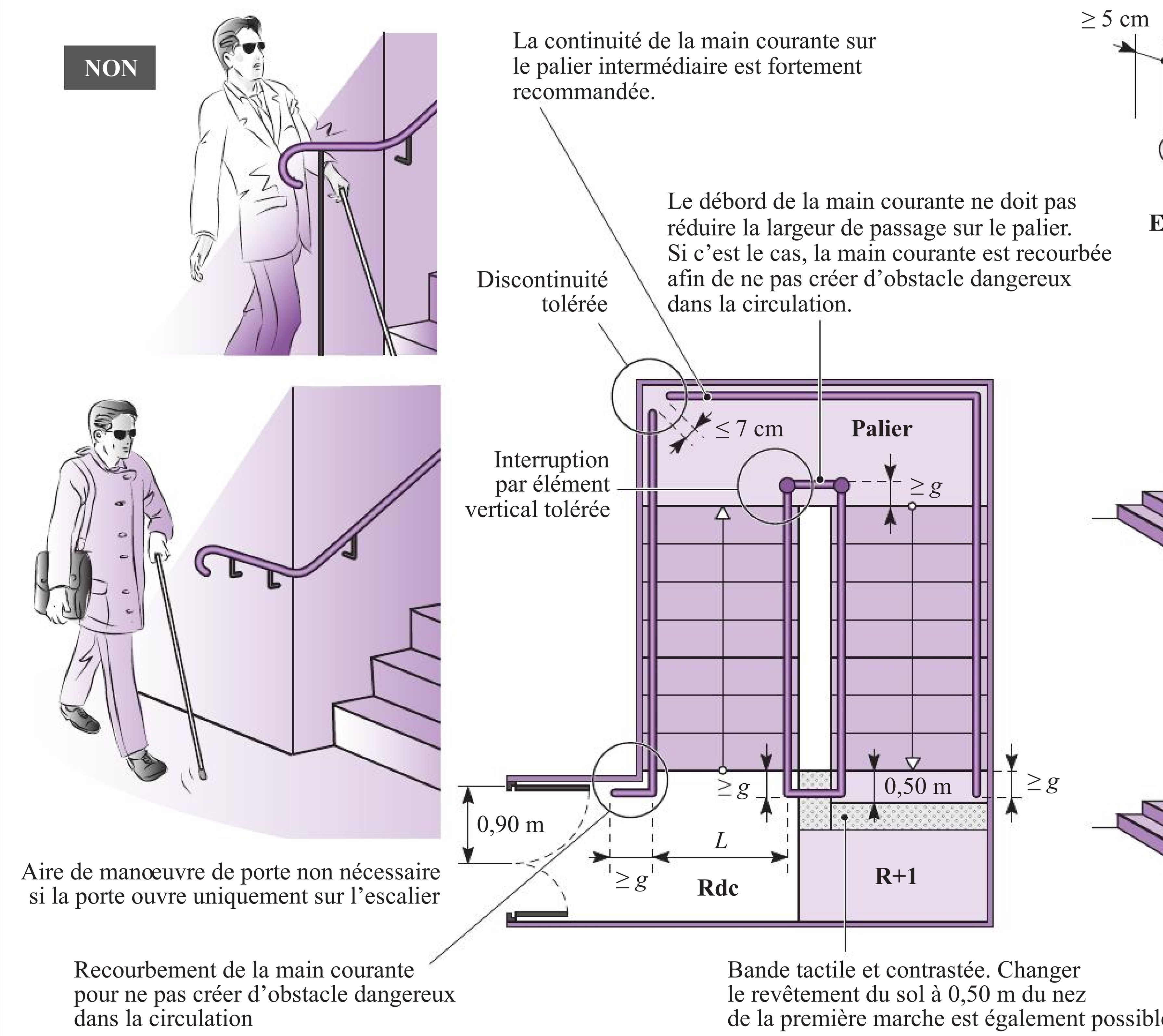
Éclairage et contraste de la main courante

Une hauteur minimale d'échappée de 2 m doit être prévue.

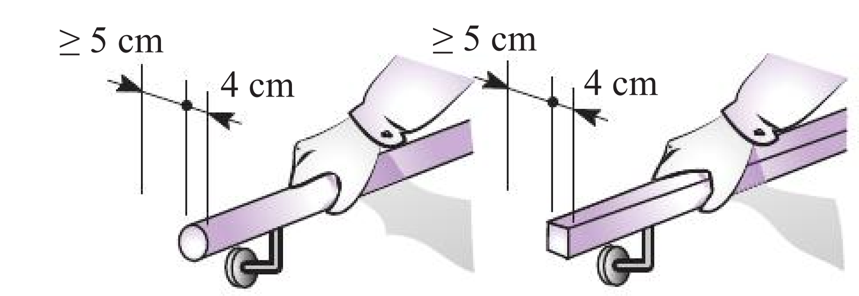
Pour apporter un confort d'usage, les marches de l'escalier doivent respecter la relation de Blondel qui relie la hauteur des marches au giron par la formule :
$0{,}60 \leq 2h + g \leq 0{,}64$



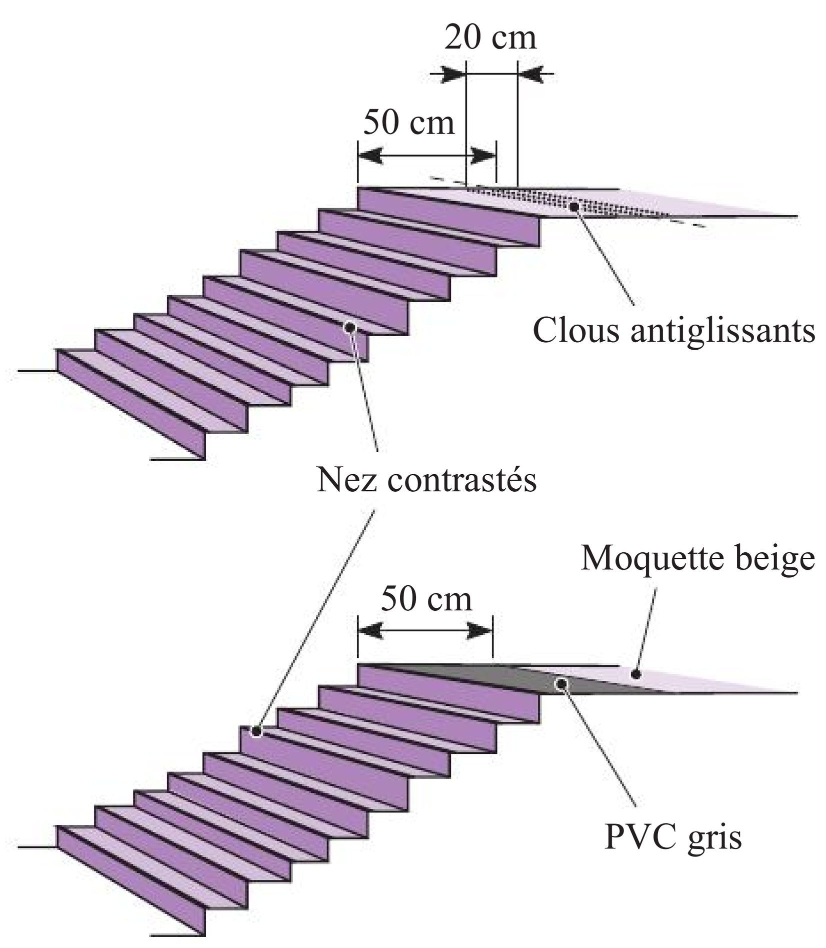
Caractéristiques dimensionnelles



Main courante et repérage (éveil de vigilance)



Exemples de mains courantes préhensibles



Exemples de dispositifs d'éveil de vigilance

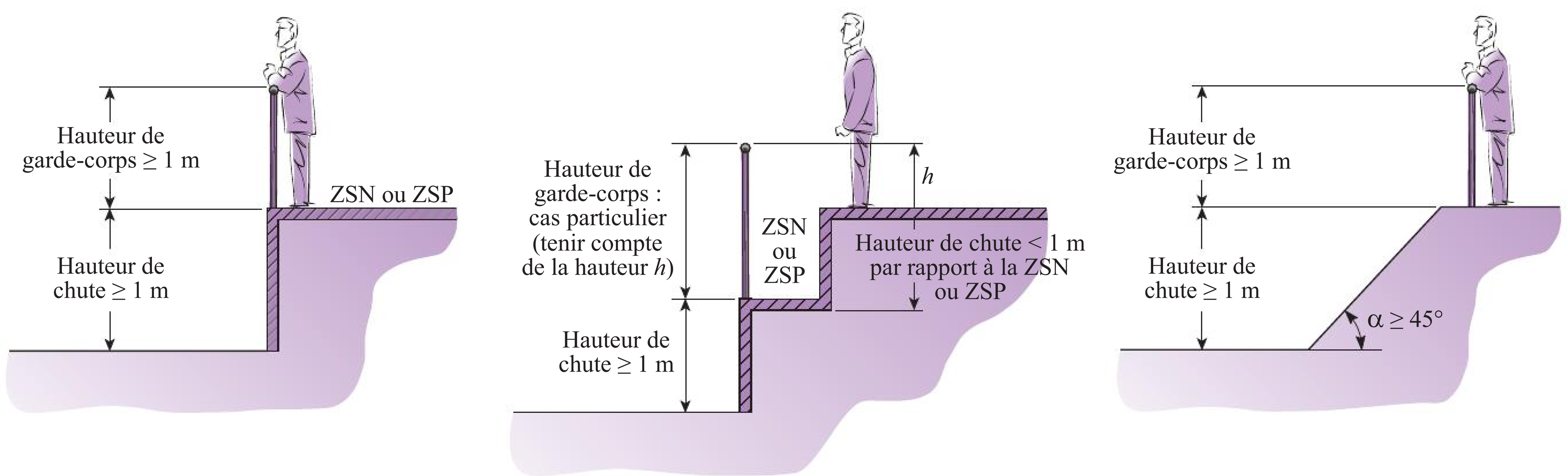
Garde-corps et rampes

Comment ça marche

Un garde-corps (ou parapet, garde-fou, rambarde, barrière, rampe, etc.) est un ouvrage de retenue qui a pour rôle de protéger les personnes contre les risques de chute. Il joue aussi un rôle esthétique dans la perception des ouvrages qu'il surplombe ou la structuration des espaces qu'il borde. Compte tenu du risque d'accidents en cas de défaillance ou d'absence de garde-corps, la responsabilité pénale des constructeurs et maîtres d'ouvrage peut être engagée.

Nécessité des garde-corps

Un garde-corps s'impose dans les conditions suivantes :
- lorsque la hauteur de chute, mesurée à partir de la zone de stationnement normal (ZSN) ou de la zone de stationnement précaire (ZSP) est supérieure ou égale à 1 m (a) ;
- lorsque la hauteur de chute est inférieure à 1 m par rapport à la ZSN ou ZSP située immédiatement derrière un garde-corps protégeant d'une hauteur de chute supérieure ou égale à 1 m : la hauteur du garde-corps est alors augmentée en tenant compte de la hauteur h (b) ;
- lorsque la hauteur de chute est supérieure ou égale à 1 m par rapport à la ZSN ou ZSP précédée d'un talus en pente : un garde-corps est obligatoire seulement si $\alpha \geq 45°$ (c).



a Hauteur de chute ≥ 1 m

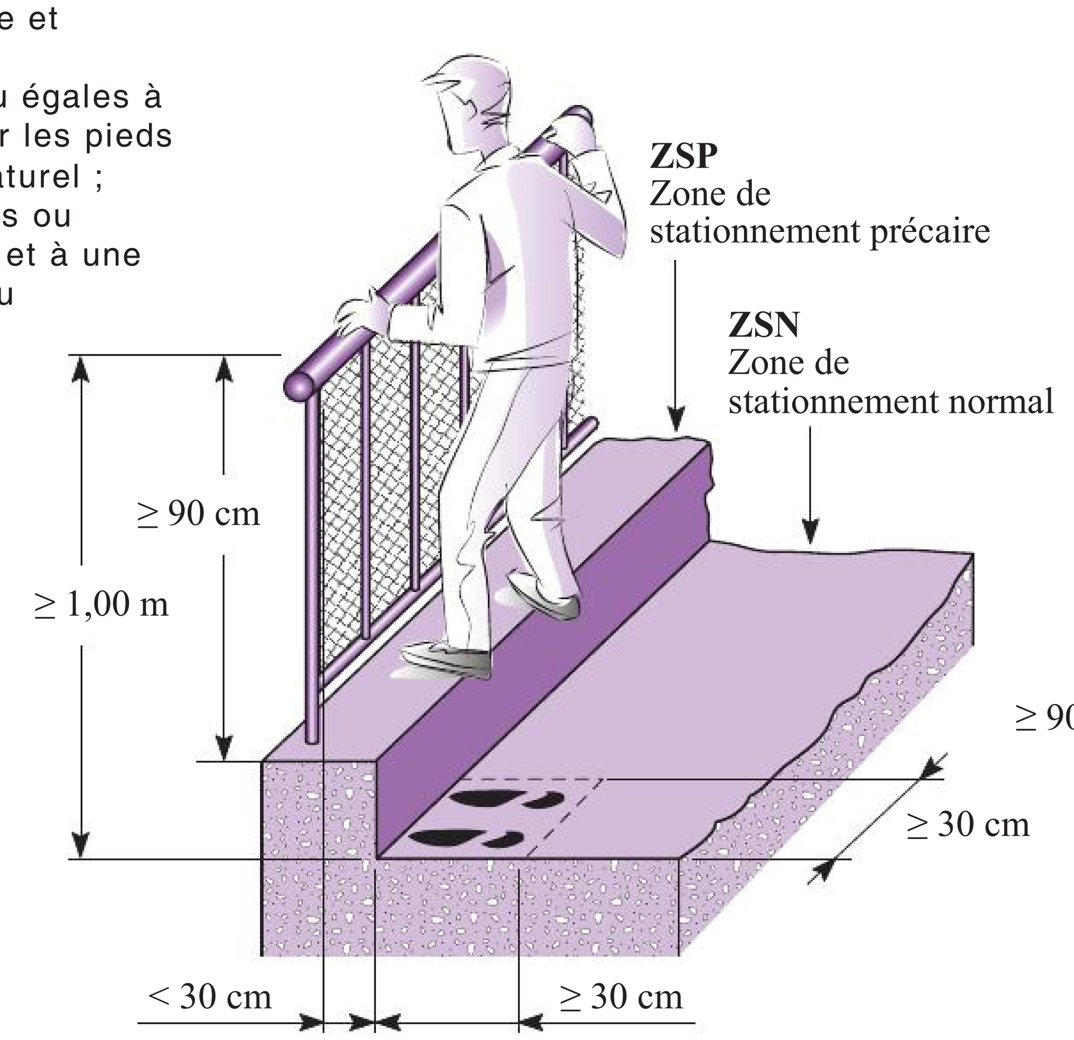
b Cas particulier des dénivellations situées derrière un garde-corps

c Hauteur de chute ≥ 1 m et α ≥ 45°

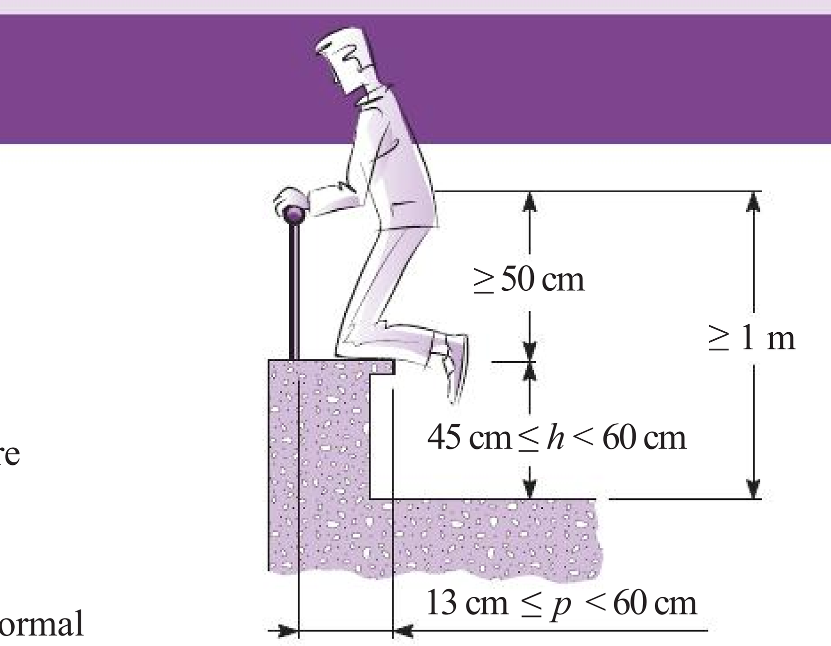
Zones de stationnement normal (ZSN) ou précaire (ZSP)

La **zone de stationnement normal** est une surface sensiblement horizontale et normalement accessible :
- dont les dimensions supérieures ou égales à 0,30 × 0,30 m permettent d'y reposer les pieds et de s'y tenir debout en équilibre naturel ;
- située à moins de 0,45 m au-dessus ou au-dessous du niveau de circulation et à une distance inférieure à 0,30 m du nu du garde-corps.

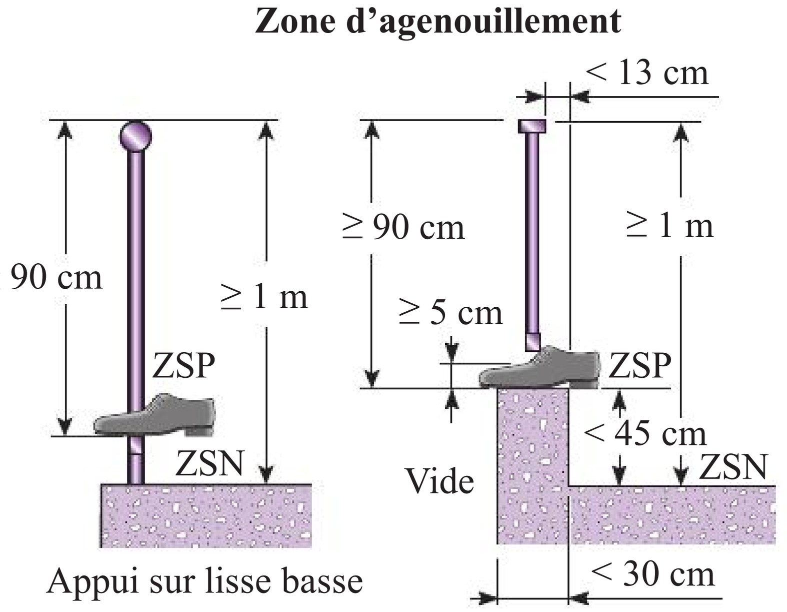
La **zone de stationnement précaire** est une surface sensiblement horizontale dont les dimensions ou la disposition permettent d'y prendre appui au moins sur un pied, mais pas de s'y tenir debout autrement qu'en équilibre momentané instable ou en équilibre assisté.



Piéton en équilibre assisté sur une zone de stationnement précaire



Zone d'agenouillement

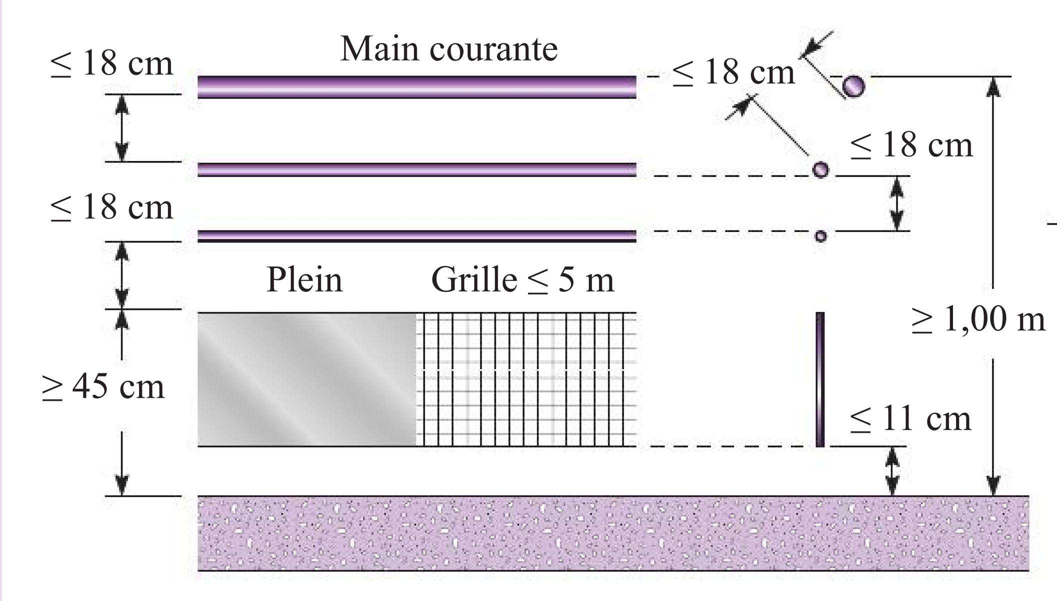


Exemples de stationnement précaire

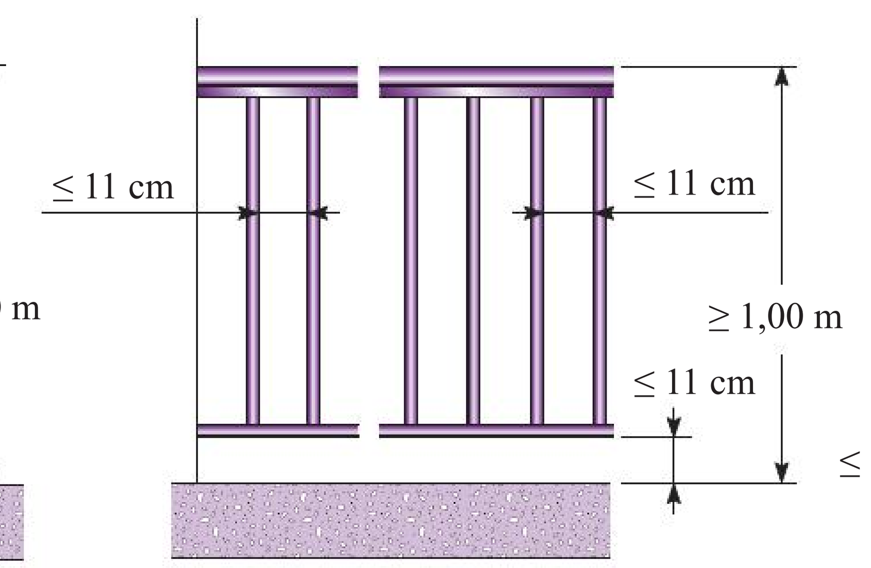
Constitution des garde-corps

Garde-corps à barreaudages horizontaux (a) et/ou verticaux (b)
Les barreaudages horizontaux sont interdits en partie basse du garde-corps sur une hauteur de 45 cm à compter du sol pour éviter l'effet d'échelle ou le passage d'une tête. Sur cette zone, un remplissage empêchant de glisser le pied pour se tenir en équilibre assisté doit être prévu.
Les barreaudages verticaux sont autorisés, avec un espacement maximal des barreaux de 11 cm.
Les garde-corps à géométrie non orthogonale (c) ne doivent pas pouvoir être traversés par un gabarit parallélépipédique de 25 × 11 × 11 cm.

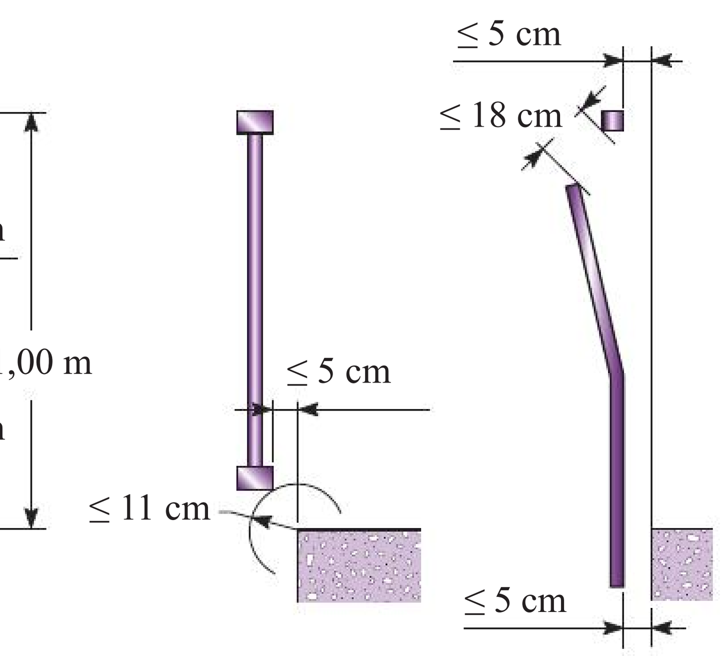
Garde-corps vitrés (d)
Les garde-corps vitrés sont composés d'une main courante fixée sur des potelets encastrés dans l'ossature primaire du bâtiment et d'un remplissage vitré qui peut être mis en œuvre dans des feuillures à verre sur 2, 3 ou 4 côtés du vitrage, par des fixations ponctuelles par pinces ou par des fixations ponctuelles traversantes.



a Garde-corps à barreaudage horizontal

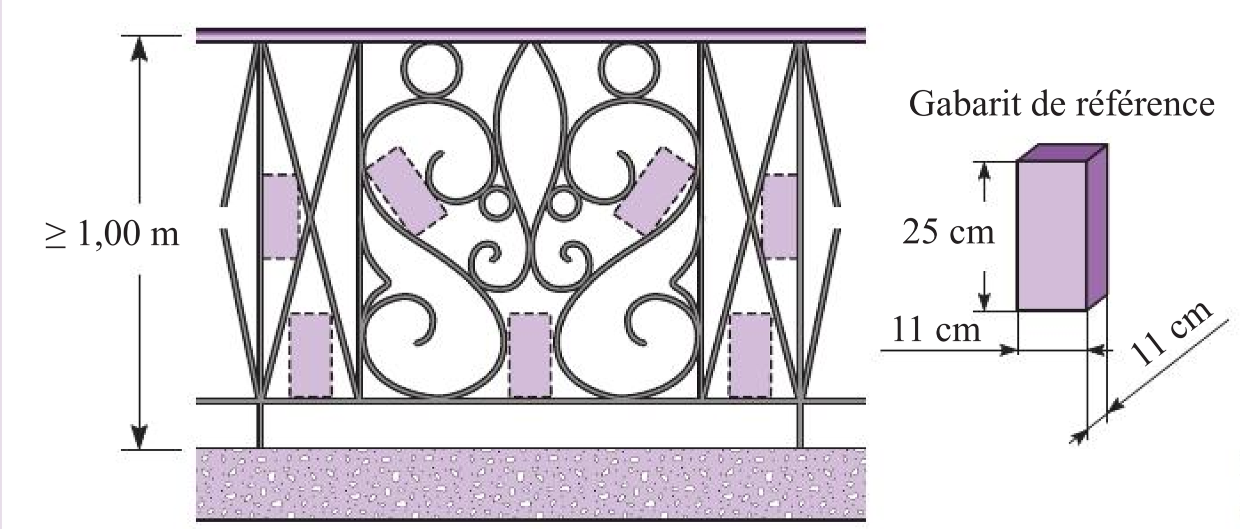


b Garde-corps à barreaudage vertical

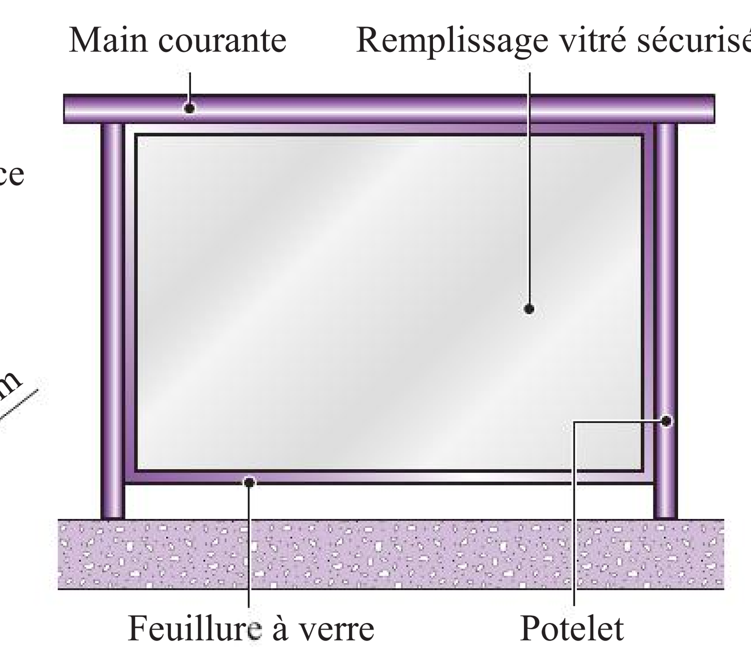


Garde-corps en saillie

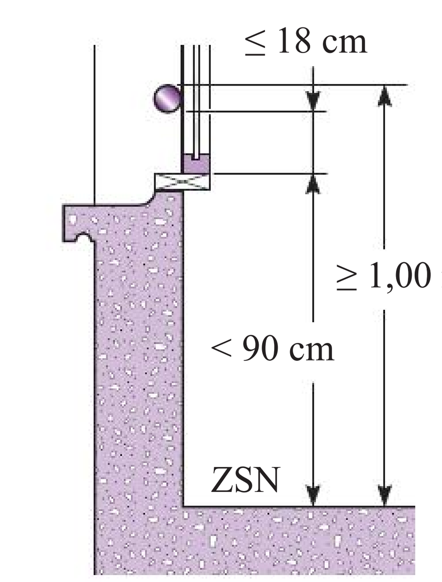
Garde-corps galbé



c Garde-corps à géométrie non orthogonale



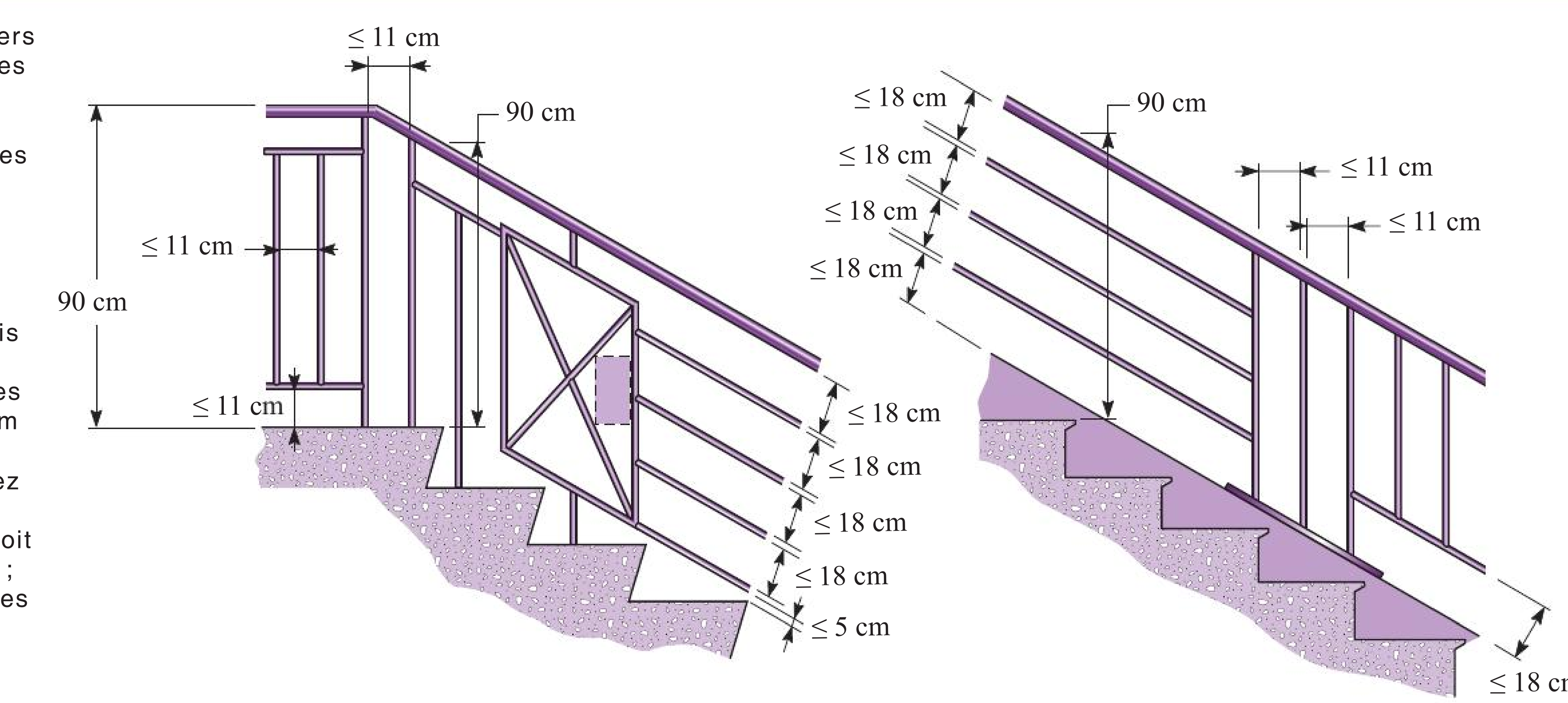
d Garde-corps vitrés



Allège de fenêtre

Rampes d'escalier

Les rampes d'escaliers observent les mêmes principes que ceux des garde-corps horizontaux, avec les particularités suivantes :
- la hauteur de protection est de 0,90 m, à mesurer verticalement depuis le nez de marche ;
- les écarts entre les lisses sont de 18 cm au maximum ;
- le vide entre le nez de marche et la première lisse ne doit pas dépasser 5 cm ;
- les lisses parallèles au rampant sont autorisées.



Rampe d'escalier à limon

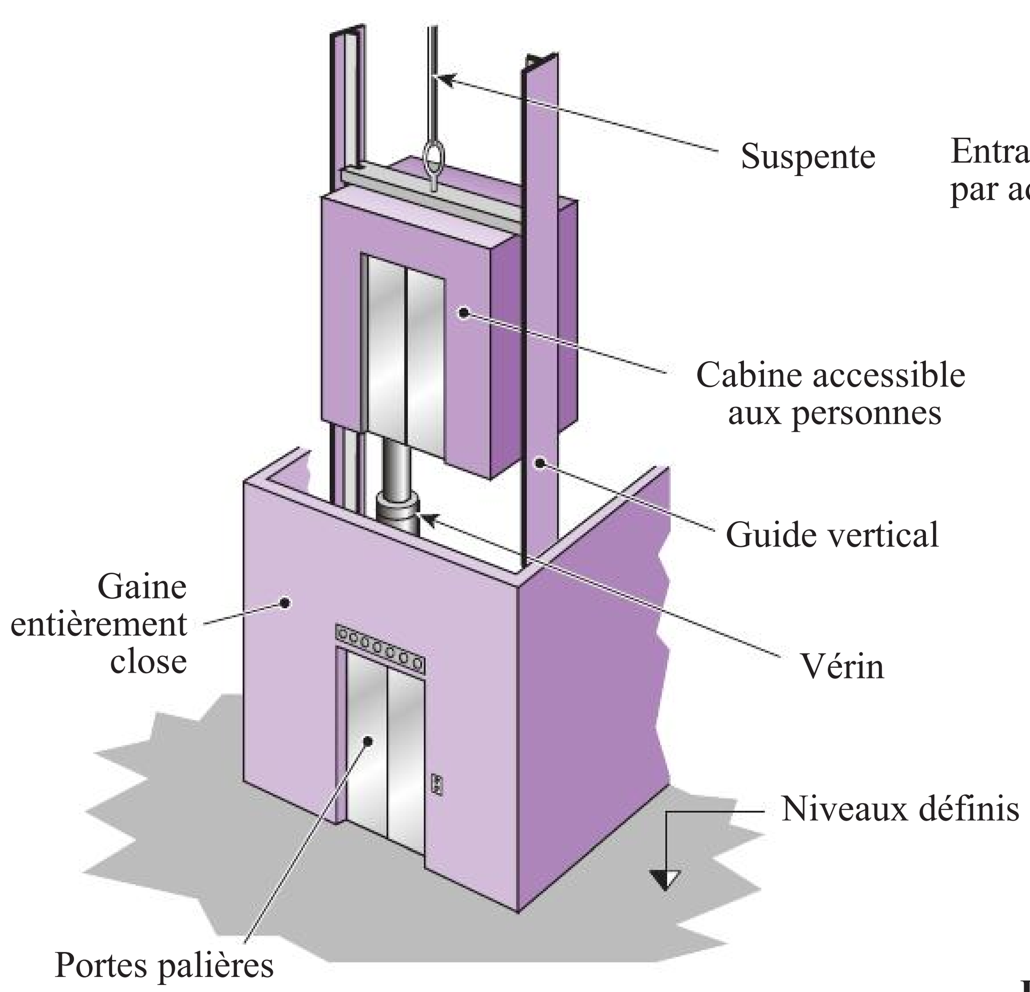
Ascenseurs

Comment ça marche

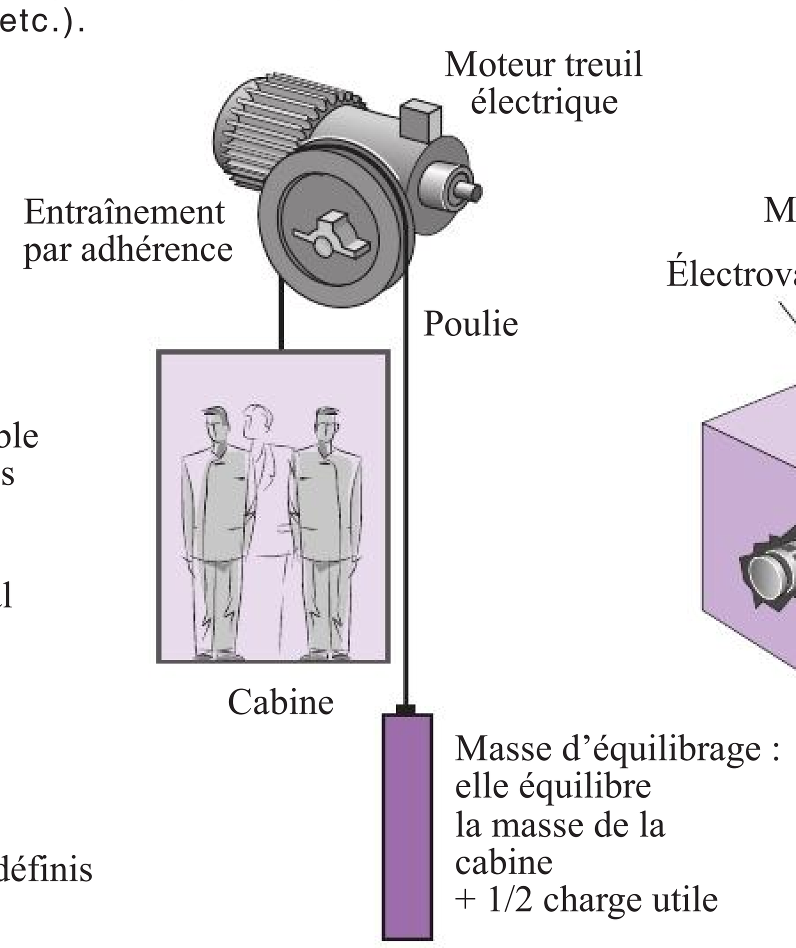
Un ascenseur assure le déplacement en hauteur des personnes et des objets au moyen d'une cabine qui se déplace le long de guides rigides et dessert des niveaux définis d'une construction. Il est installé dans une gaine verticale appelée cage d'ascenseur, placée à l'intérieur ou à l'extérieur d'un édifice. Sont distingués les ascenseurs à treuils motorisés et les ascenseurs à centrale hydraulique et vérins. La sécurité incendie (désenfumage des gaines) et l'isolation contre le bruit doivent être pris en compte dès la conception.

Principe

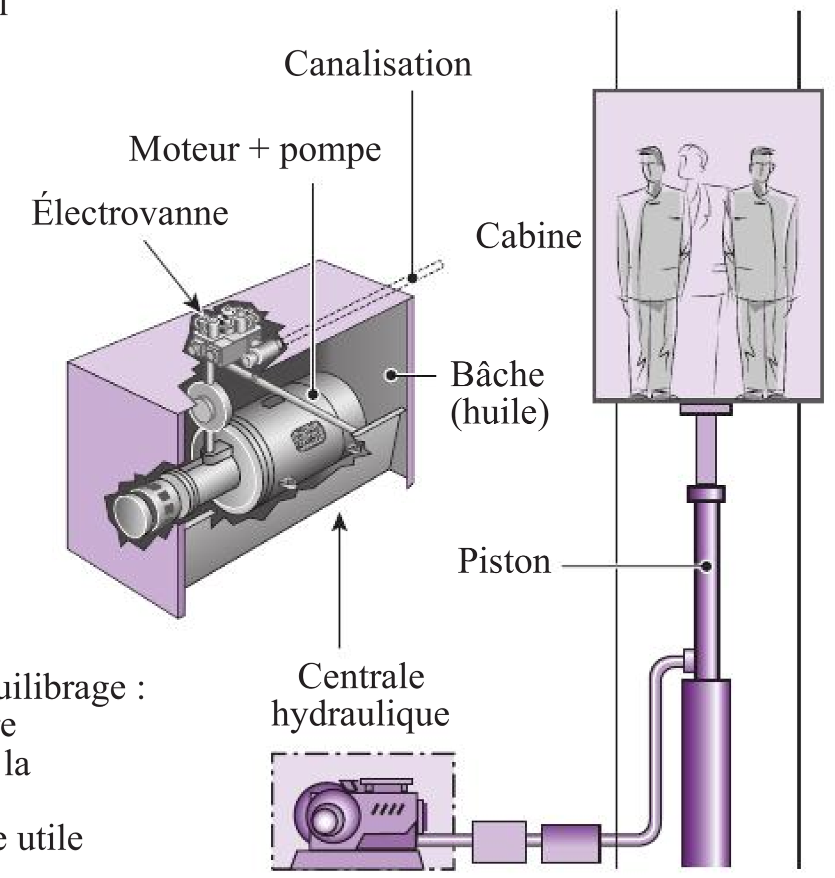
Un ascenseur électrique est composé d'un treuil motorisé et sa poulie, d'une cabine ou benne et d'une masse d'équilibrage (contrepoids). Un ascenseur hydraulique est composé d'une centrale hydraulique, d'un piston assurant le déplacement de la cabine et d'un dispositif de protection contre la chute libre (soupape de rupture, etc.).



Composition d'un ascenseur



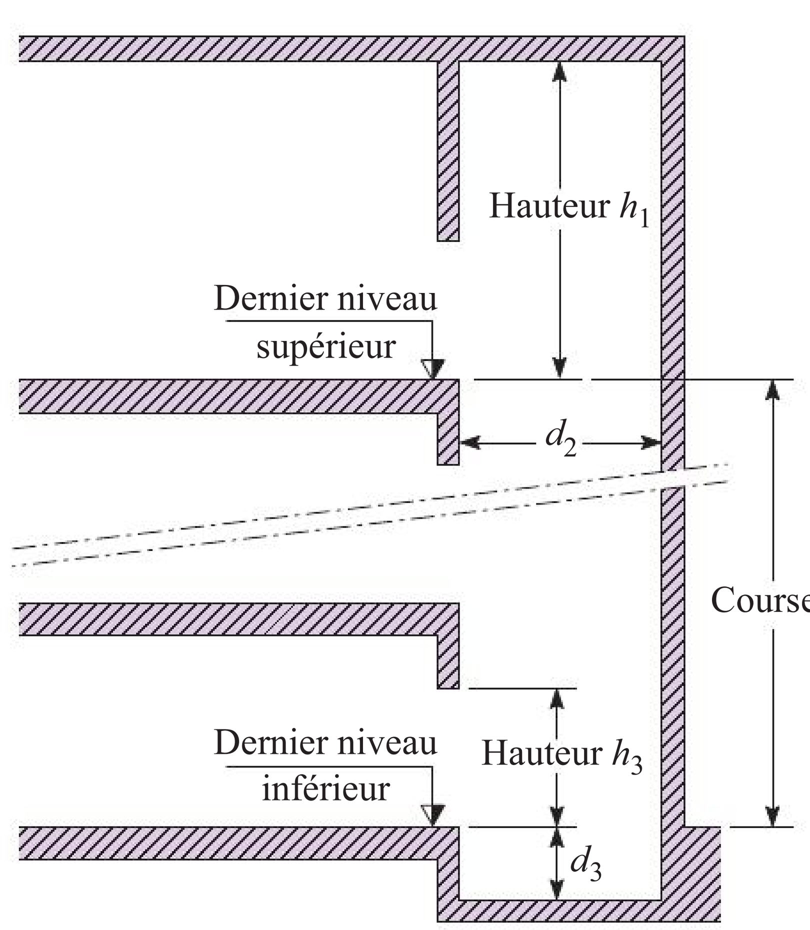
Principe d'un ascenseur électrique à adhérence

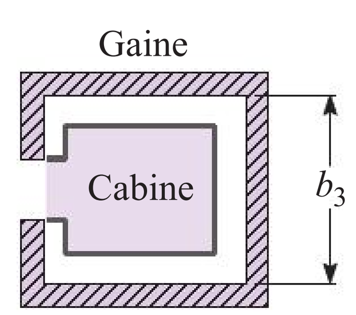


Principe d'un ascenseur hydraulique à action directe

Implantation

Lors de la conception d'un bâtiment, des espaces suffisants doivent être réservés pour la gaine et la machinerie qui doit être accessible sans passer par les parties privatives. Les portes palières doivent déboucher sur les parties communes. La gaine et la machinerie doivent être ventilées et pourvues d'une isolation acoustique.





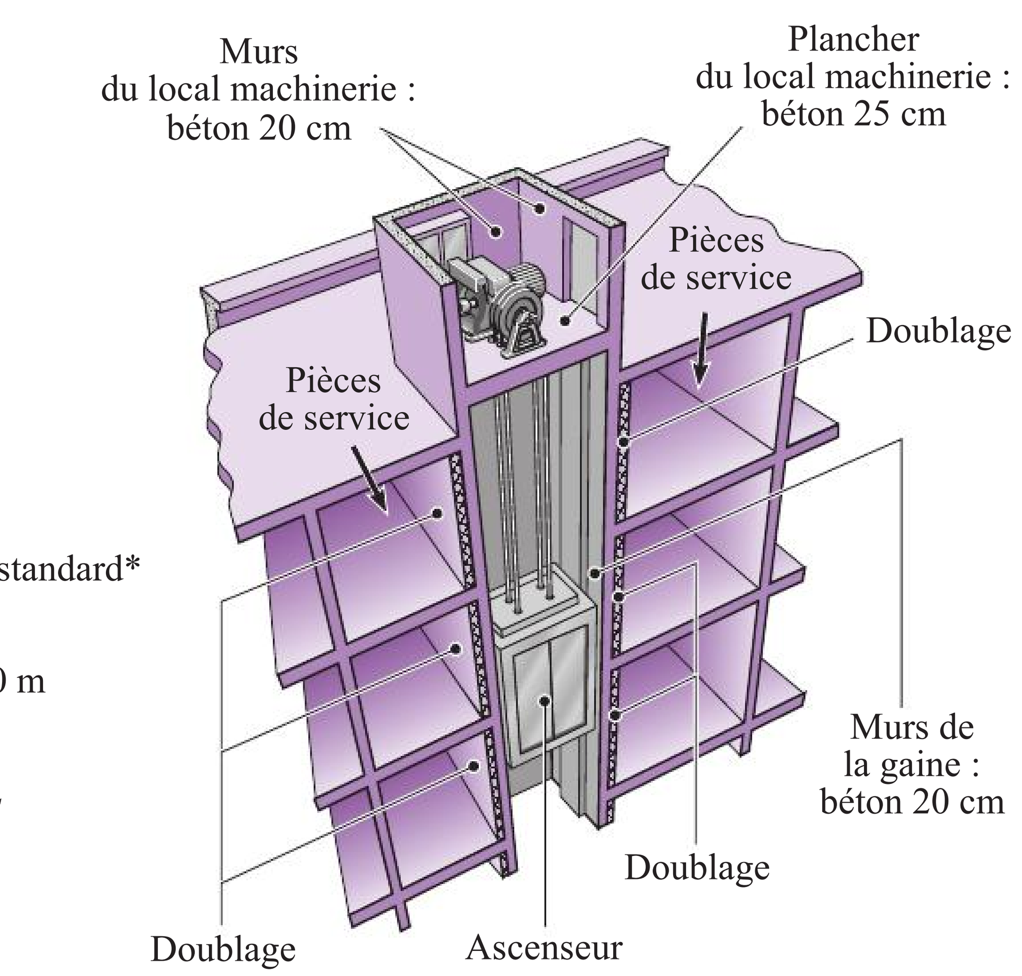
b_3 (largeur gaine) = 1,60 m

h_1 (sous-dalle) = 3,30 m en standard*
h_3 (baie) = 2 m

d_2 (profondeur gaine) = 1,70 m
d_3 (cuvette) = 1,40 m

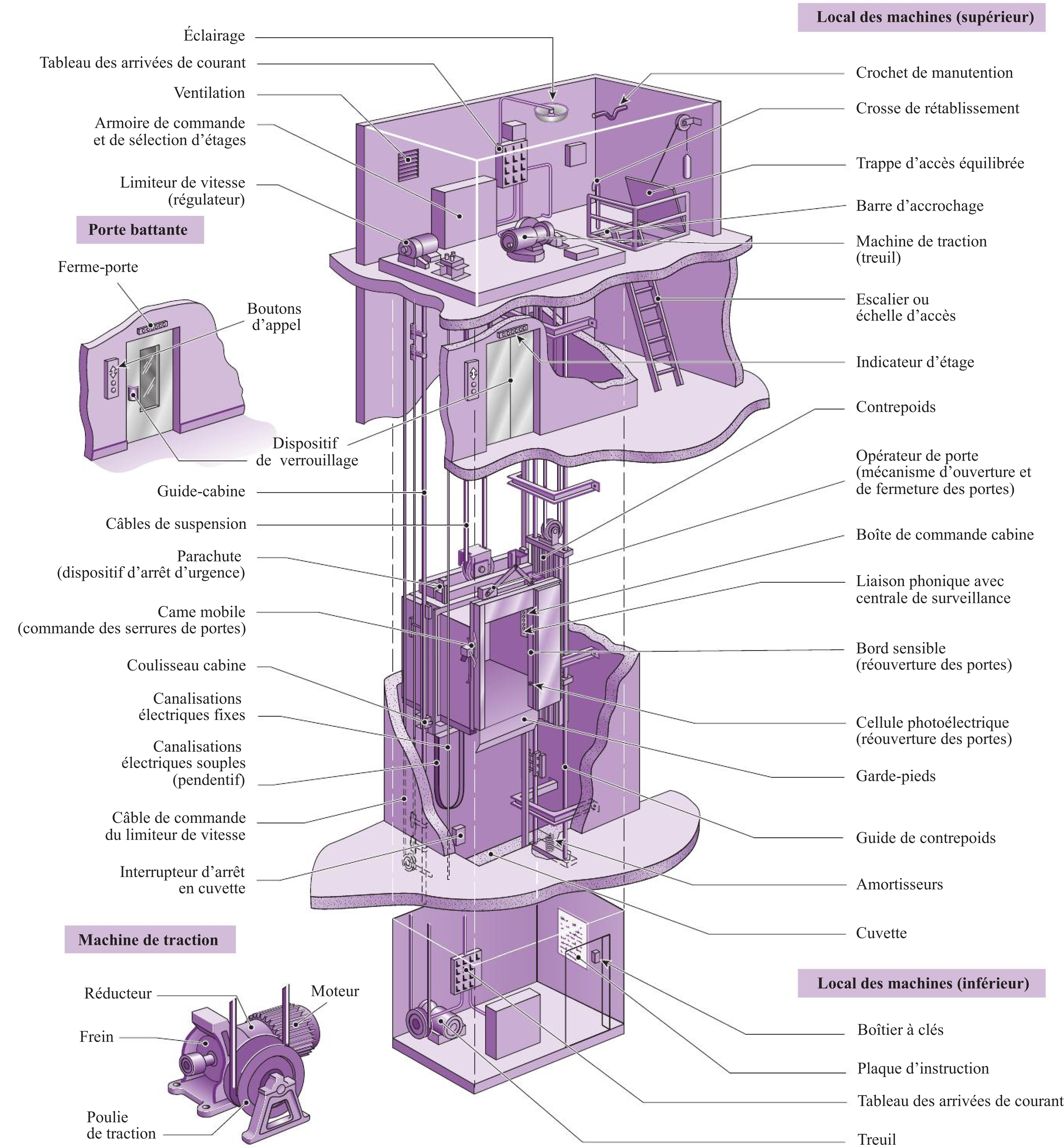
(*) 2,80 m avec dispositions particulières

Implantation type d'un ascenseur électrique classique

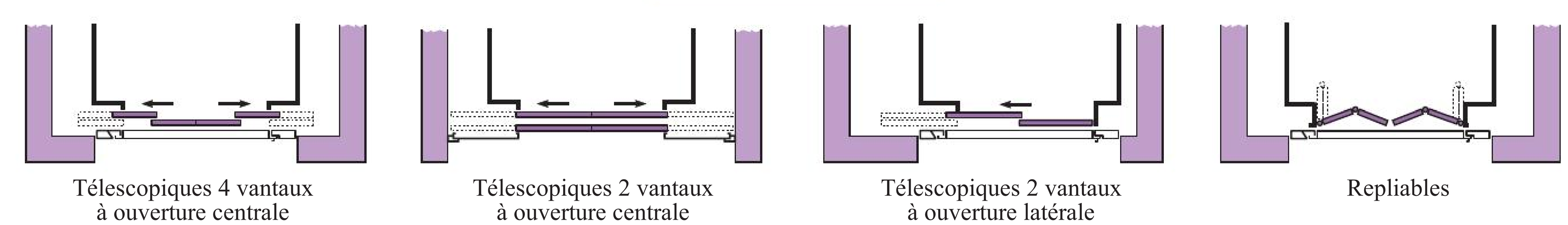


Isolation acoustique de la gaine et de la machinerie

Principaux composants d'un ascenseur électrique



Types de porte de cabine



Accessibilité des ascenseurs

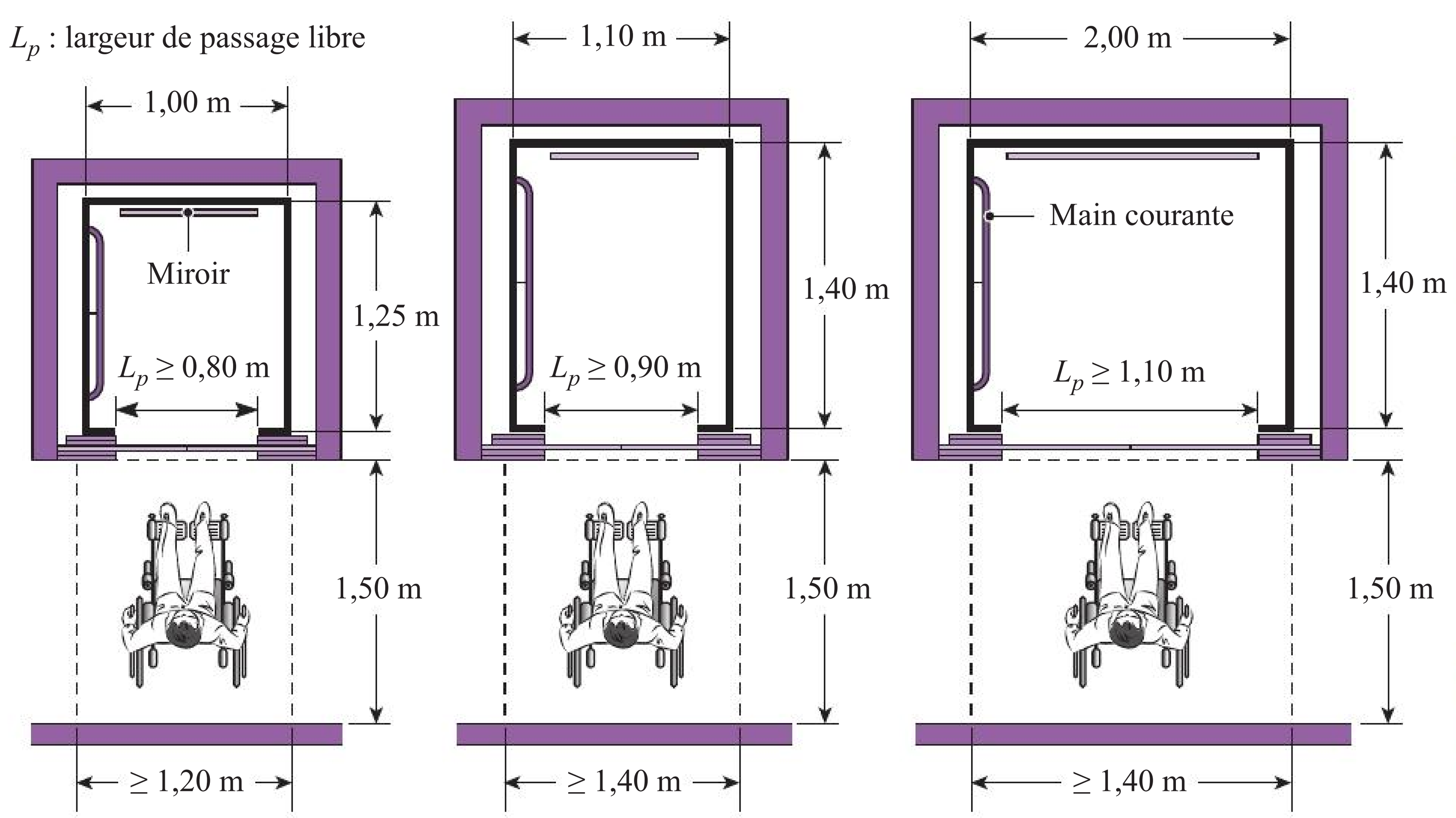
Comment ça marche

Tous les ascenseurs doivent pouvoir être utilisés par les personnes en situation de handicap. La disposition et le repérage des commandes extérieures et intérieures doivent être accessibles. Dans les cabines d'ascenseur, des dispositifs doivent permettre de prendre appui et de recevoir, par des moyens adaptés aux différentes situations de handicap, les informations liées aux mouvements de la cabine, aux étages desservis et au système d'alarme.

Caractéristiques dimensionnelles

Les plus petites dimensions admissibles sont celles d'une cabine de type 1 (a). Pour les nouvelles constructions, il est recommandé d'installer un appareil de type 2 (b) ou de type 3 (c) lorsque le public accueilli est en nombre important. Devant la cabine, il est nécessaire de prévoir un espace de manœuvre de 1,50 m de profondeur pour permettre la rotation complète d'un fauteuil roulant. Les portes de cabine et de paliers sont automatiques à coulissement horizontal. La précision d'arrêt de la cabine est de ± 1 cm et la précision de nivelage de ± 2 cm.

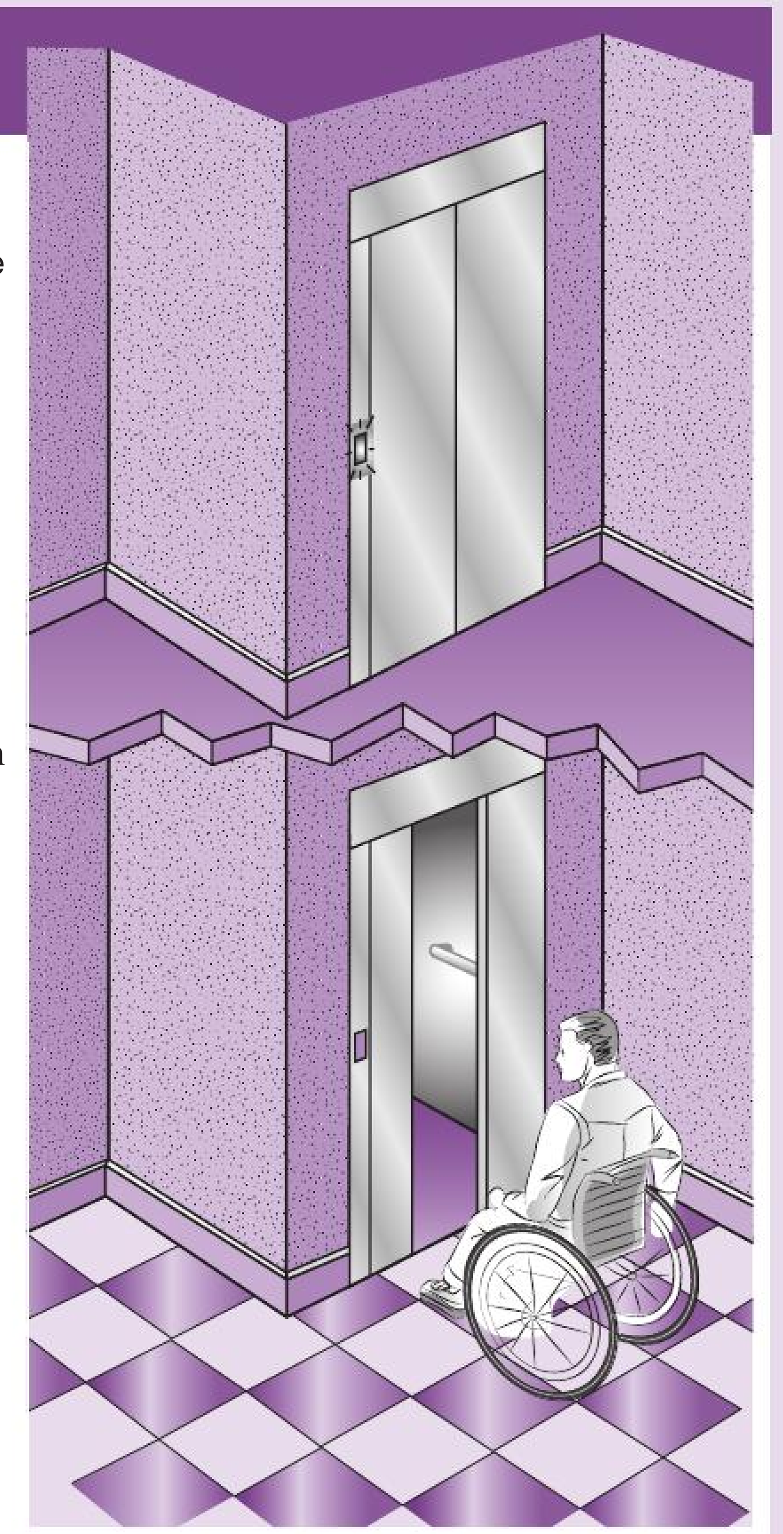
L_p : largeur de passage libre



a Appareils de type 1 (450 kg)

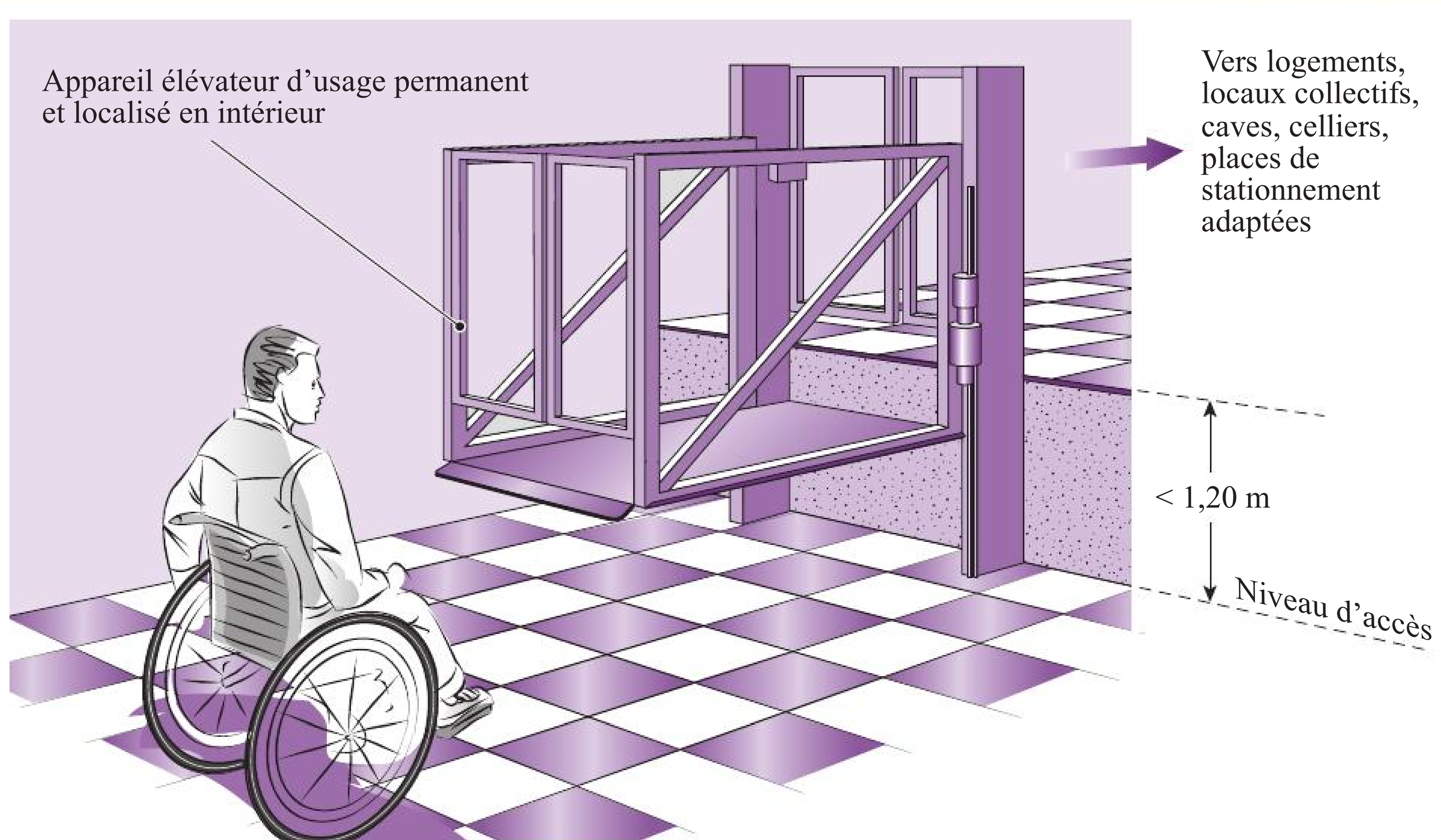
b Appareils de type 2 (630 kg)

c Appareils de type 3 (1 275 kg)



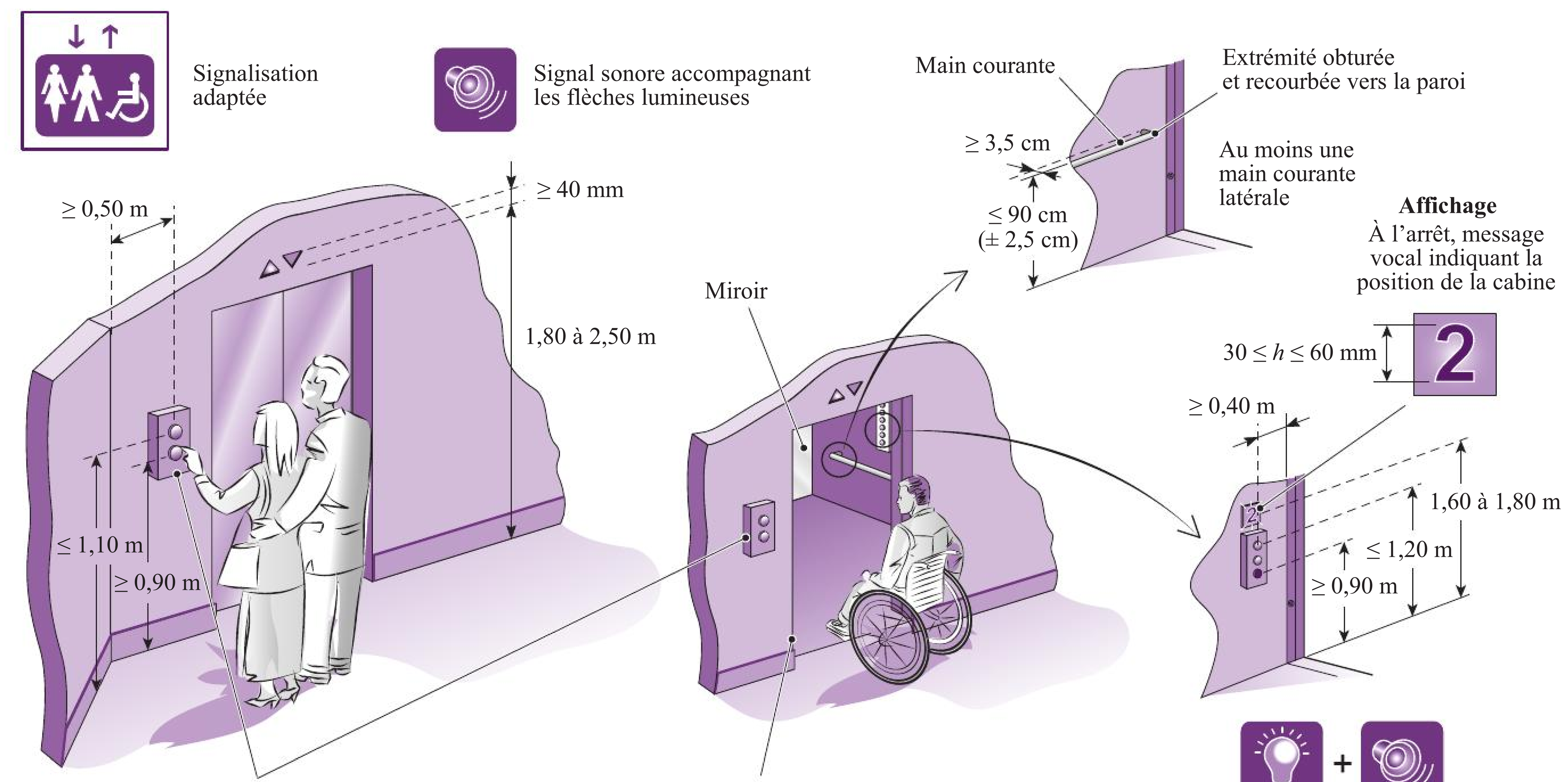
Appareils élévateurs

Toute dénivellation des circulations horizontales supérieure ou égale à 1,2 m détermine un niveau décalé considéré comme un étage.
Lorsqu'il y a un décalage de niveau entre le niveau d'accès et le niveau desservant les logements, locaux collectifs, caves, etc., la réalisation d'un cheminement accessible pour desservir le niveau décalé est obligatoire. Cependant, si la réalisation de ce cheminement n'est technique-ment pas possible, une dérogation doit être demandée. Dans ce cas unique-ment, un appareil élévateur d'usage permanent peut être installé. Cette dérogation n'est pas permise dans le cas d'une construction neuve.



Repérage de la cabine et transmission des informations

La cabine doit être facilement repérable par les personnes présentant des déficiences visuelles. Lorsque la cabine n'est pas visible depuis l'entrée du bâtiment, son accès doit être facilité par le balisage du cheminement au moyen d'une signalétique adaptée. La cabine doit être repérable par des contrastes de couleur ; l'éclairage indirect doit éviter l'éblouissement.
À l'extérieur comme à l'intérieur de la cabine, les informations nécessaires à l'utilisation de l'ascenseur doivent pouvoir être comprises par tous les utilisateurs. Elles doivent être facilement compréhensibles et transmises simultanément de manière sonore et visuelle. Les claviers de commande doivent être repérables et utilisables. L'installation d'un miroir en fond de cabine permet aux personnes en fauteuil roulant de sortir à reculons de la cabine sans danger.



Commande de palier
- positionnement vertical des boutons
- boutons en relief et contrastés
  + messages sonores à chaque action

Dispositif de protection
permettant d'éviter tout contact physique entre l'usager et le vantail (par exemple, rideau de lumière)

Dispositif de demande de secours
visible et audible (35 à 65 dBA) avec signalisation visuelle et aide à la communication (boucle magnétique) intégrée ou située au-dessus du tableau de commande

Caractéristiques des boutons

- Ronds ou carrés
- Surface active des boutons ≥ 490 mm², Ø ≥ 20 mm, en relief + contraste
- Hauteur du symbole : 15 à 40 mm
- Signal sonore à chaque pression sur le bouton
- Force pour appuyer : 2,5 à 5 N
- Hauteur du relief du symbole ≥ 0,8 mm

Bouton alarme : déclenche le dispositif de demande de secours. Fond jaune

Bouton d'ouverture

Bouton de fermeture

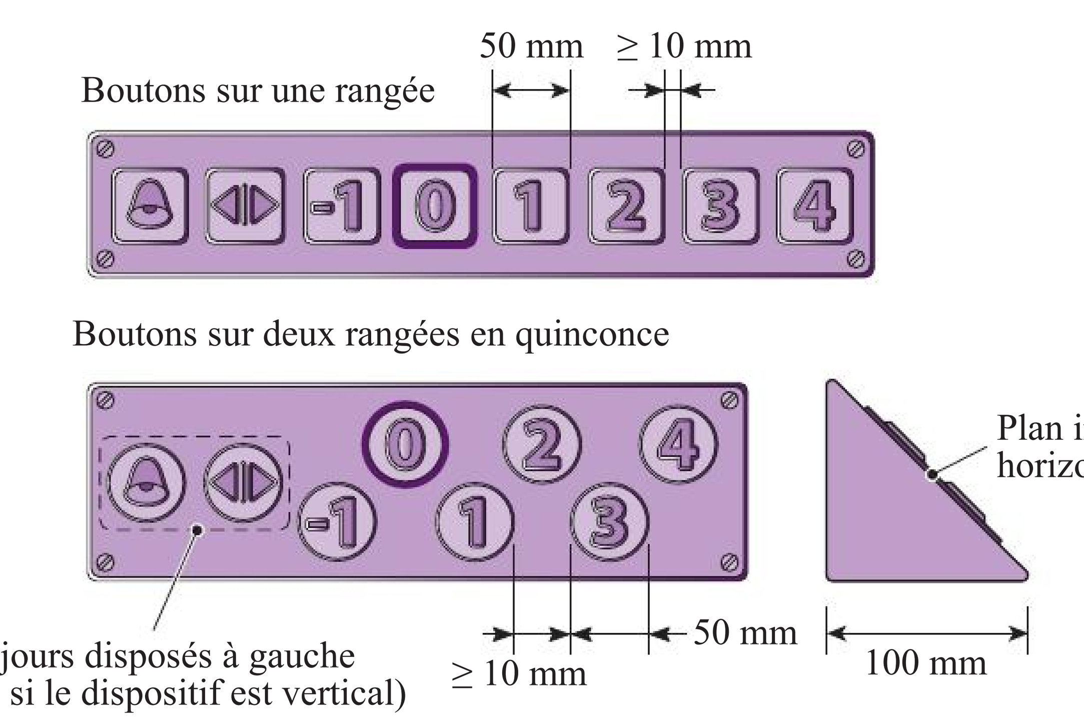
-1 0 1 2 etc. **Symboles pour les étages**

Niveau de sortie
Pourtour de 5 mm en saillie par rapport aux autres boutons (de préférence en vert)

Emplacement du dispositif de commande dans la cabine

- Sur le côté droit en entrant dans la cabine, si les portes sont à ouverture centrale
- Sur le côté de la fermeture de la porte, si la porte est à ouverture latérale
- Si l'ouverture est possible sur les deux côtés, une deuxième commande est nécessaire à côté de la seconde sortie.

Dispositif de commande (peut être vertical ou horizontal)



Exemple d'équipements des ascenseurs adaptés

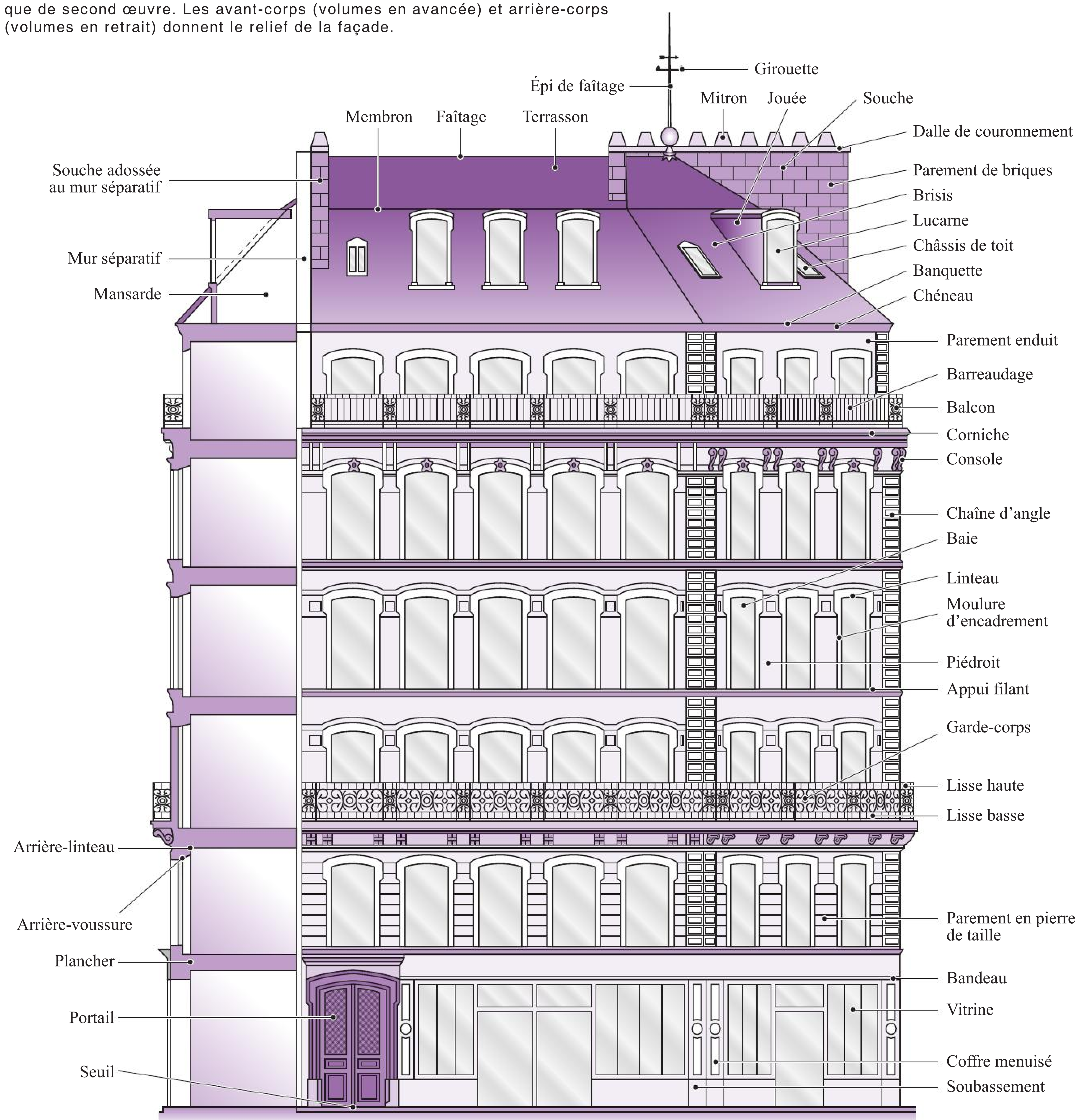
Terminologie des façades

Comment ça marche

Le terme façade (ou frontispice) désigne la ou les faces extérieures d'un bâtiment qui comportent souvent l'entrée principale. Les façades latérales sont appelées pignons. Les parties des murs et des autres composants de la façade visibles depuis l'extérieur font l'objet d'une attention particulière en ce qui concerne leur esthétique. L'aspect de la façade varie selon les époques et le lieu d'implantation du bâtiment.

Vocabulaire de la façade

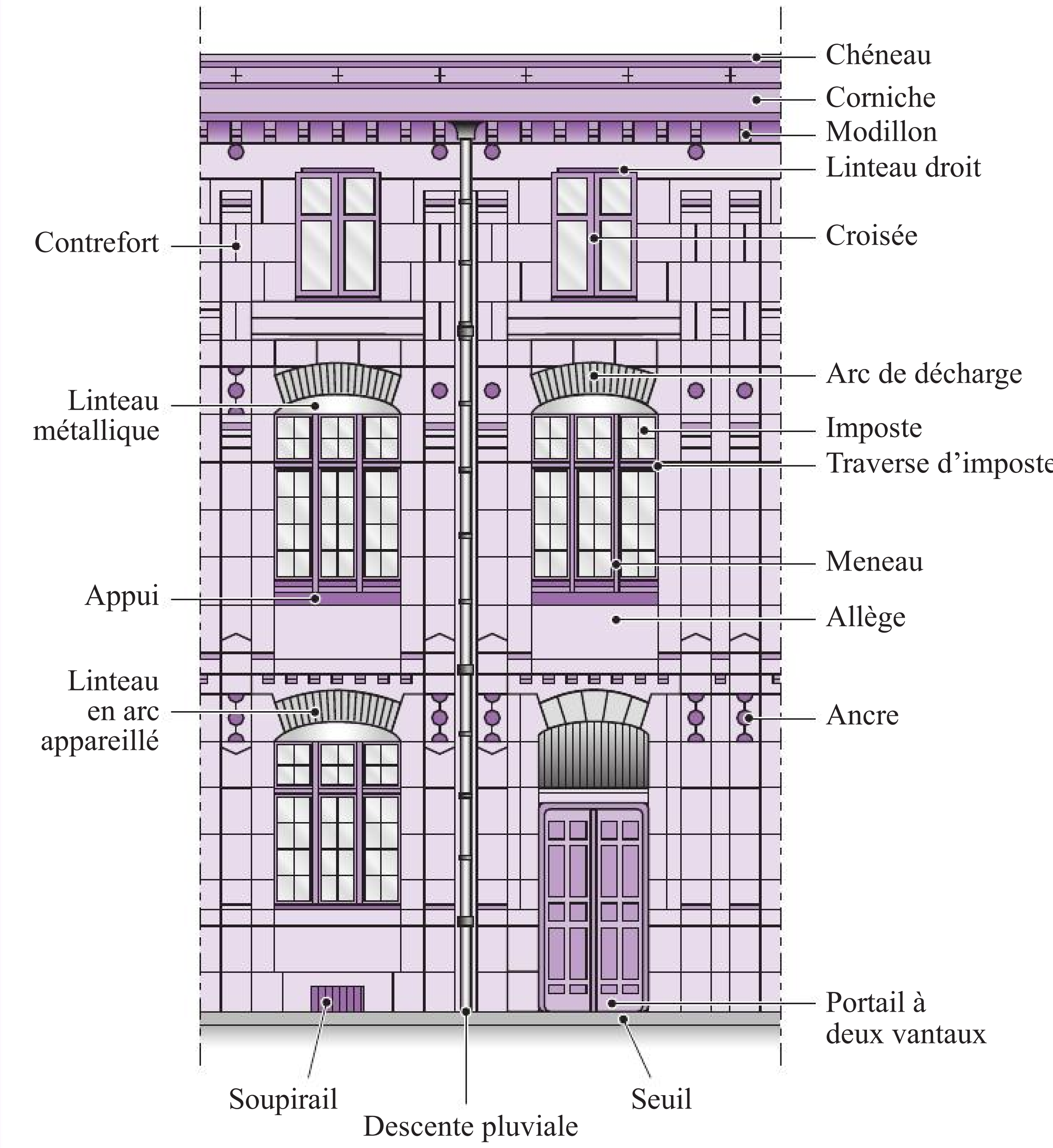
Les éléments constituant une façade sont aussi bien des éléments de gros œuvre que de second œuvre. Les avant-corps (volumes en avancée) et arrière-corps (volumes en retrait) donnent le relief de la façade.

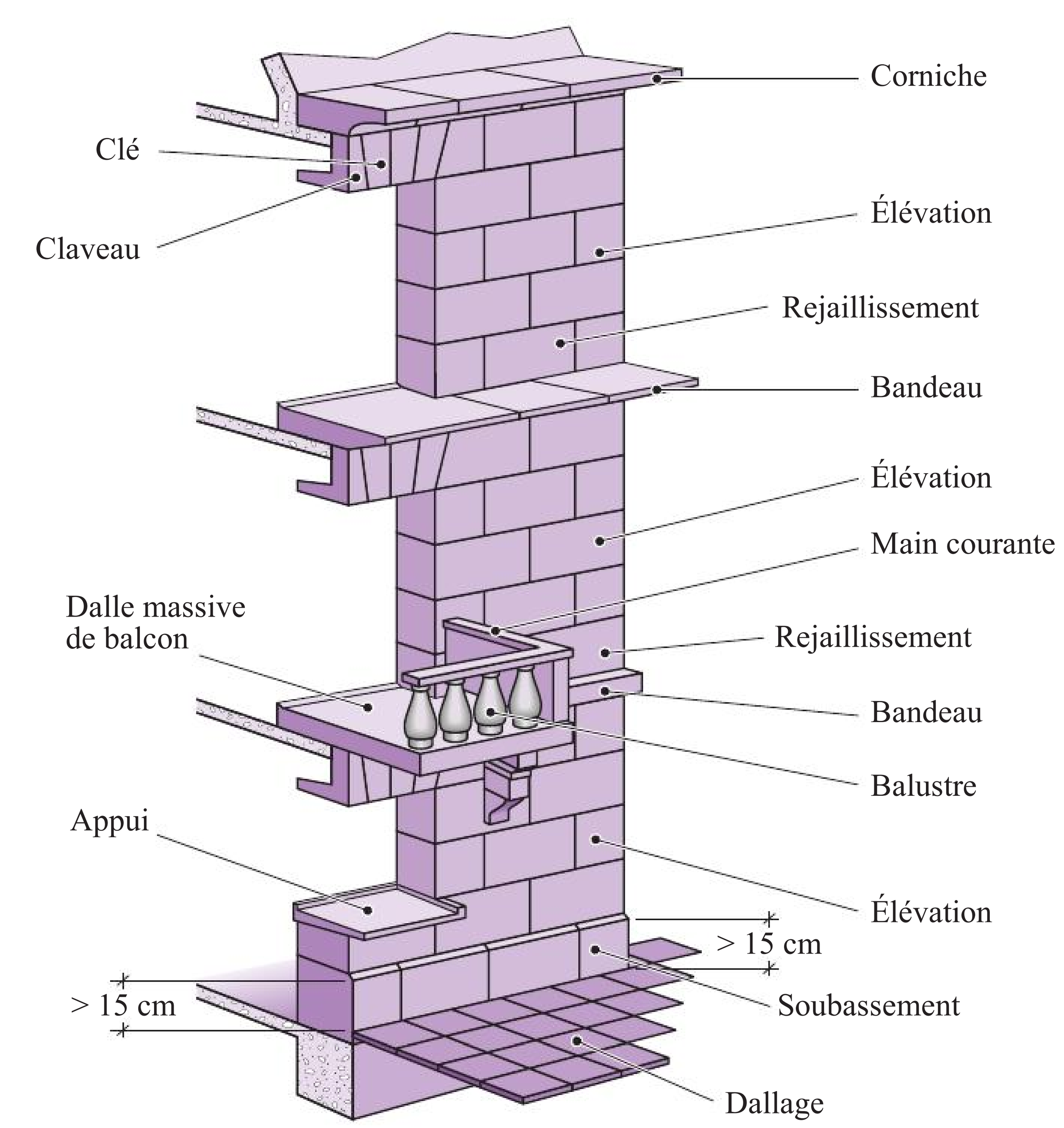


Façade haussmannienne

Façade en pierre

Les façades en pierre de taille sont destinées à rester apparentes et à former un parement architecturé. Chaque pierre joue un rôle particulier selon sa fonction dans l'ouvrage qui peut être de transmettre les efforts ou d'éloigner l'eau de ruissellement de la façade.

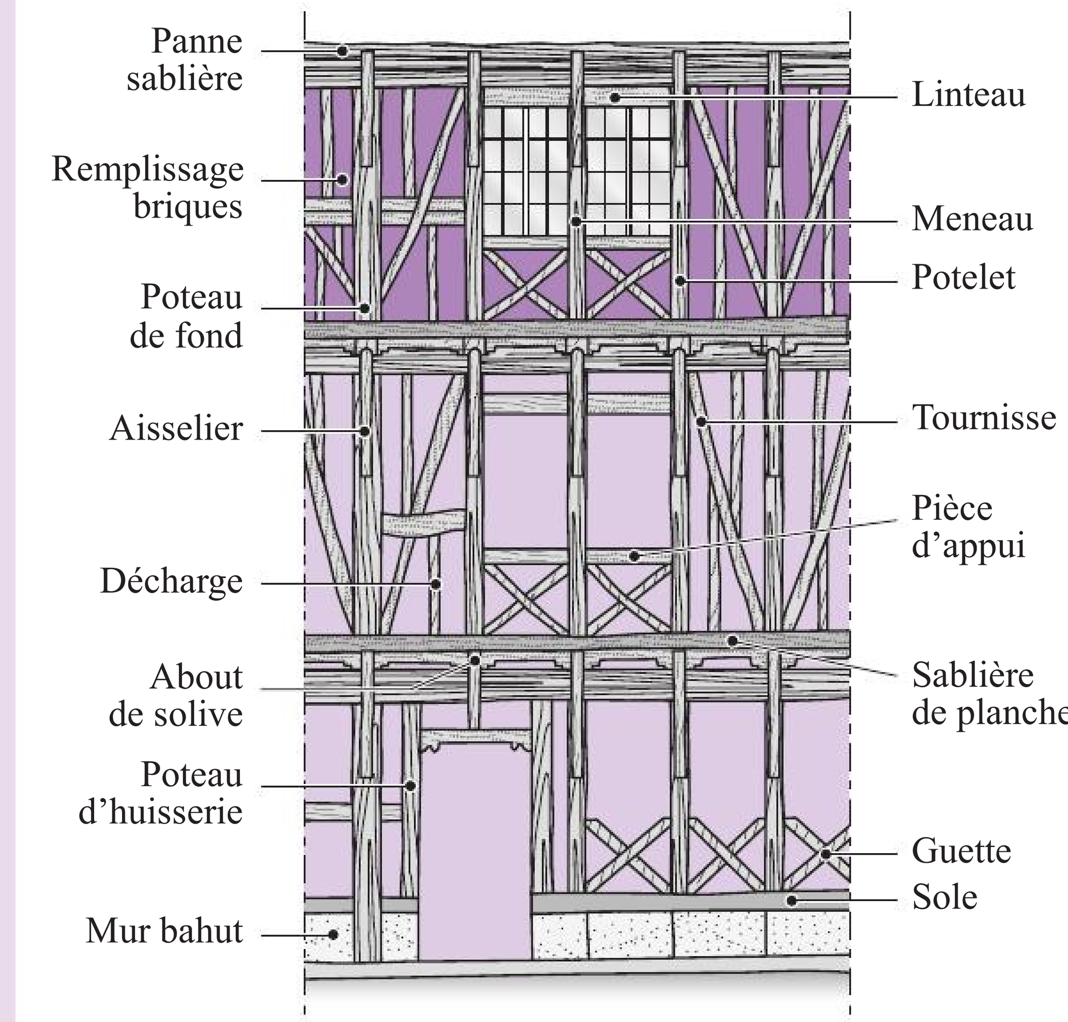




Façade en pierre naturelle massive

Façade à pans de bois

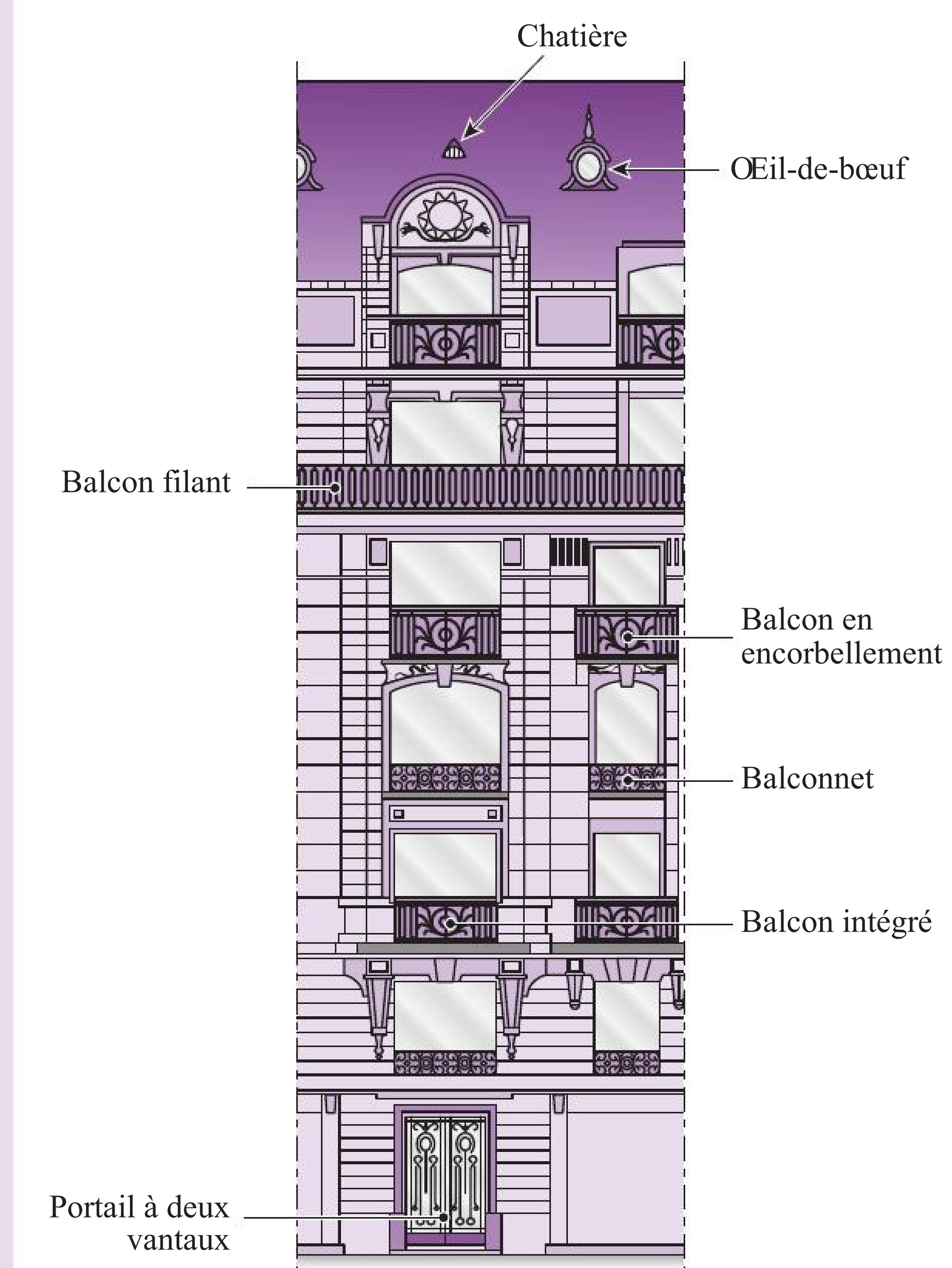
Les pans de bois qui constituent la structure d'une façade, peuvent être cachés ou apparents. Le remplissage est constitué le plus souvent de briques ou de torchis.



Pans de bois

Balcons

Un balcon est une plate-forme se dégageant du mur de façade. Filant ou non, il est situé dans la plupart des cas à l'extérieur de l'édifice.



Balcons

Comment ça marche

Harmonie des façades

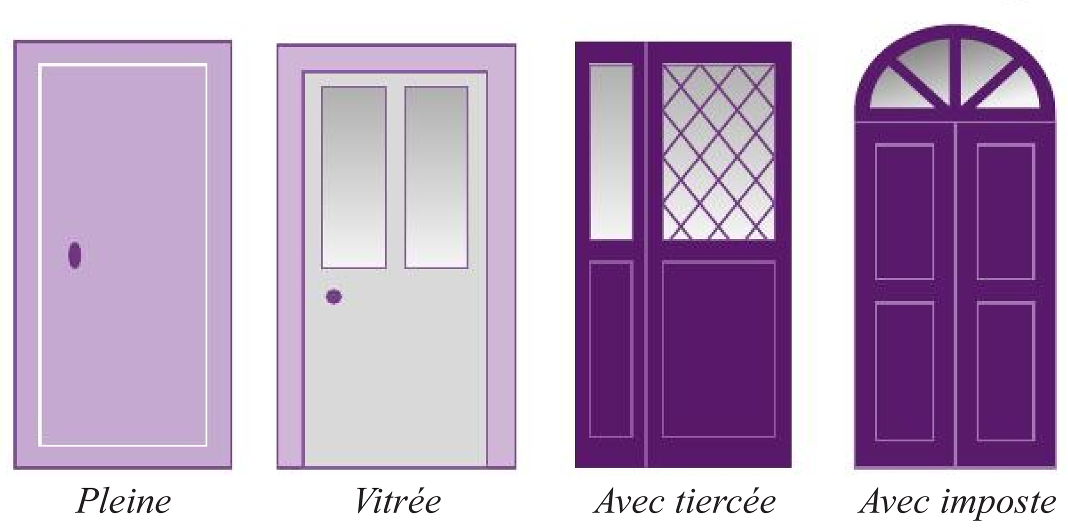
L'architecture des régions de France et d'outre-mer est intimement liée à l'histoire, à la géographie et aux ressources géologiques. Les climats locaux (températures, soleil, pluie) ont déterminé l'architecture des bâtiments traditionnels. Les ressources souterraines (sols, minéraux, etc.) et les matériaux utilisés pour la construction des bâtiments ont dicté les styles et les couleurs du patrimoine. Des nuanciers-conseil sont disponibles dans les services d'urbanisme des mairies.

Harmonie des styles

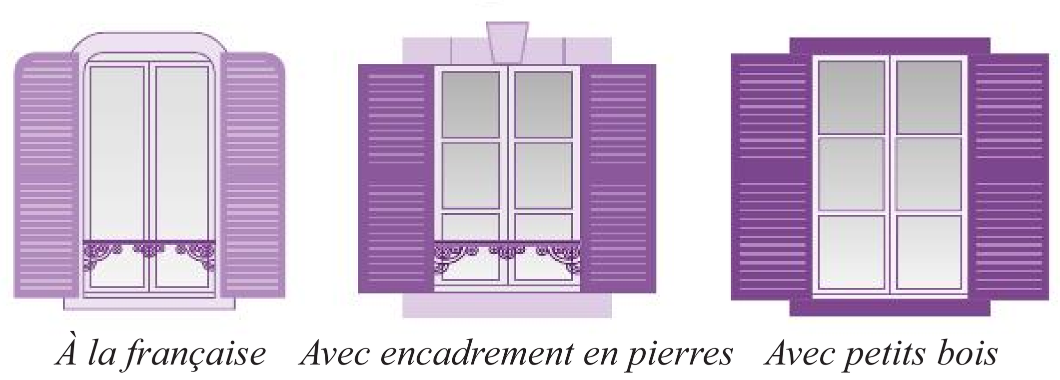
Les bâtiments des quartiers historiques (a) doivent respecter un style architectural caractérisé par des notions de symétrie, de proportions et d'équilibre, héritées de l'époque de la création de la ville. L'architecte des bâtiments de France (ABF) est garant de ce respect qui concerne les constructions neuves et les opérations de réhabilitation. Ainsi, les styles particuliers de chaque époque se retrouvent dans le gros œuvre, mais aussi dans les portes (b), fenêtres et volets (c), garde-corps (d), modénatures, couvertures (e), etc.



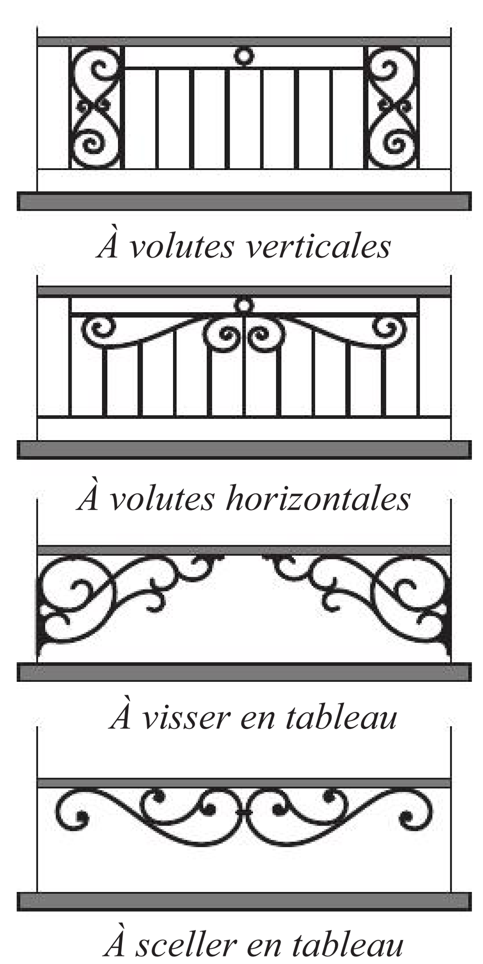
a **Différents styles de maisons de ville**



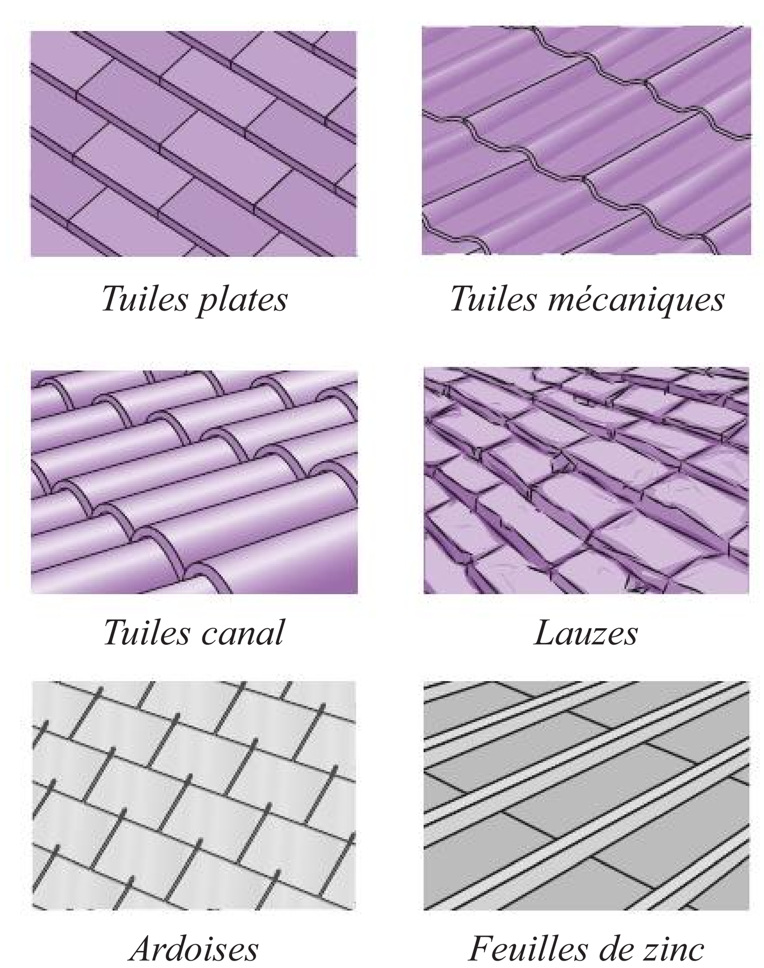
b **Portes**



c **Fenêtres et volets**



d **Garde-corps**



e **Couvertures**

Harmonie des couleurs

- Harmonie chaude : jaune, orange, rose, rouge, adaptée aux façades exposées au nord ou bénéficiant de peu d'éclairement ;
- Harmonie froide : bleu, vert, gris neutre et coloré, recommandée pour une façade exposée au sud, trop ensoleillée ou dans la lumière ;
- Harmonie chaude/froide : association de teintes chaudes et froides pour dynamiser la façade et lui donner du caractère ;
- Harmonie neutre : gris, beige, taupe, marron, crème, etc., pour une harmonie intemporelle dans des couleurs naturelles.



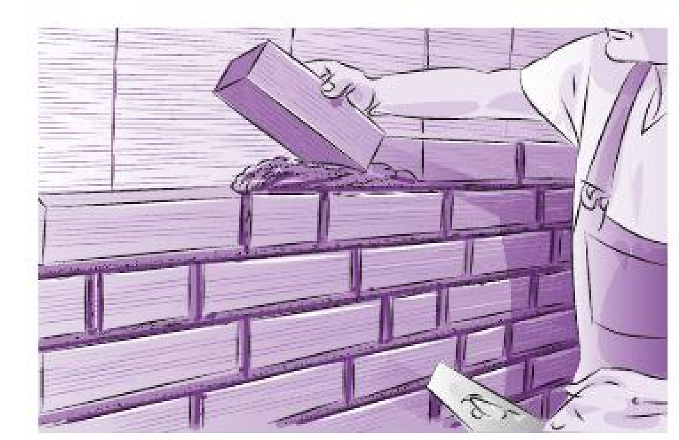
Maison à pans de bois avec commerce
- Façade *Ocre clair*
- Pans de bois *Taupe*
- Fenêtres *Vert olive clair*
- Volets *Vert olive foncé*
- Garde-corps *Vert foncé*
- Devanture *Vert foncé* *Vert moyen*

Maison de ville type 1
- Façade *Terre de sienne*
- Soubassement *Ocre*
- Encadrements et corniches *Coquille d'œuf*
- Fenêtres *Sable*
- Volets *Taupe clair*
- Porte et garde-corps *Taupe foncé*

Maison de ville type 2
- Façade *Saumon foncé*
- Encadrements *Terre de sienne*
- Fenêtres *Vert clair*
- Volets *Vert foncé*
- Porte *Anthracite*

Parements et modénature

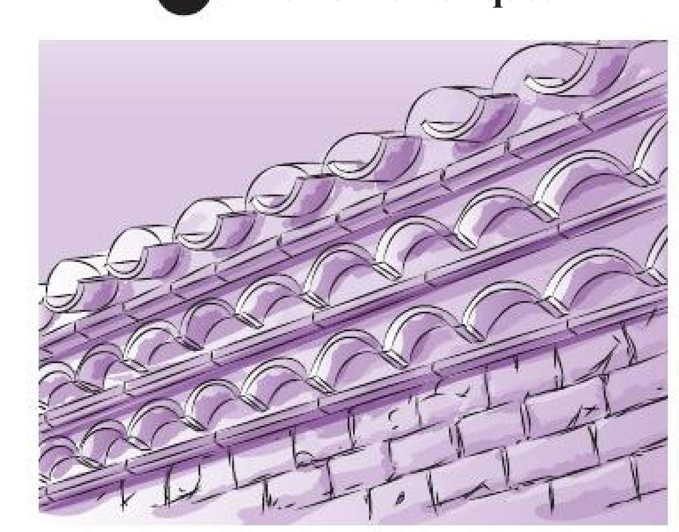
Les parements (a) et ornements (corniches (b), bandeaux, pièces d'appui (c), linteaux, encadrements (d), soubassements, etc.) sont des éléments décoratifs de la façade. On appelle modénature l'ensemble des éléments d'ornement ainsi que les proportions et dispositions des composants de façade qui permettent de conférer au bâtiment un style architectural traditionnel régional, quelle que soit la technique constructive utilisée pour le gros œuvre.



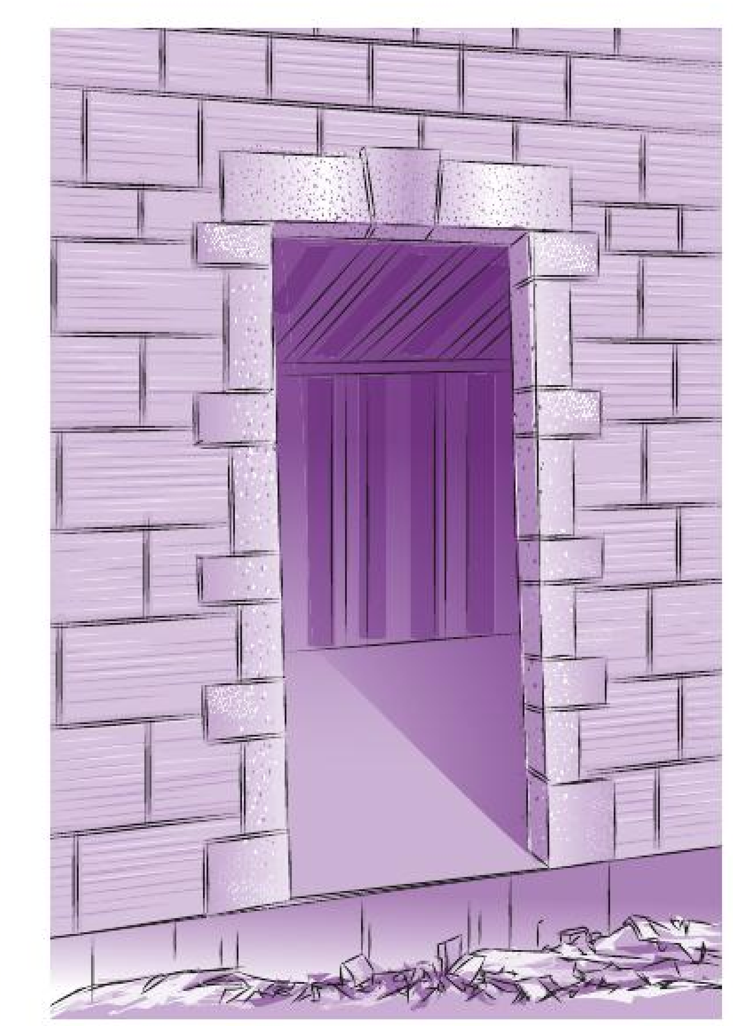
a **Parement en briques**



c **Appui de fenêtre en briques**



b **Génoise**



d **Encadrement d'ouverture en pierres**

Comment ça marche

Devantures et enseignes commerciales

L'implantation de devantures et enseignes commerciales en zone urbaine doit faire l'objet :
- d'une déclaration de travaux pour une modification de devanture, d'enseigne ou de store sans changement de destination des locaux et sans modification des bâtis ;
- d'une demande de permis de construire pour une modification de devanture, d'enseigne ou de store avec un changement de destination des locaux ou une modification des bâtis.

Typologie des devantures et des stores

Les devantures des locaux commerciaux doivent s'intégrer dans le style architectural du bâtiment et de sa façade. Les quartiers historiques dépendent de l'architecte des bâtiments de France (ABF) qui dispose d'un droit de veto sur le projet. L'emprise de la devanture (a) et du store (b) sur la voie publique dépendent du cahier des charges de chaque agglomération. Certaines villes offrent des subventions pour les projets situés dans des zones classées.



a Devanture

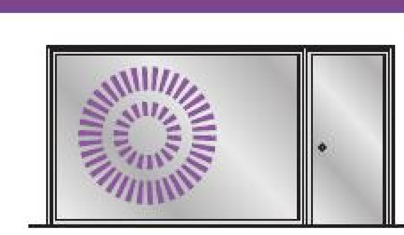
* Si largeur du trottoir ≥ 1,40 m
** Si largeur du trottoir ≤ 1,40 m

b Store

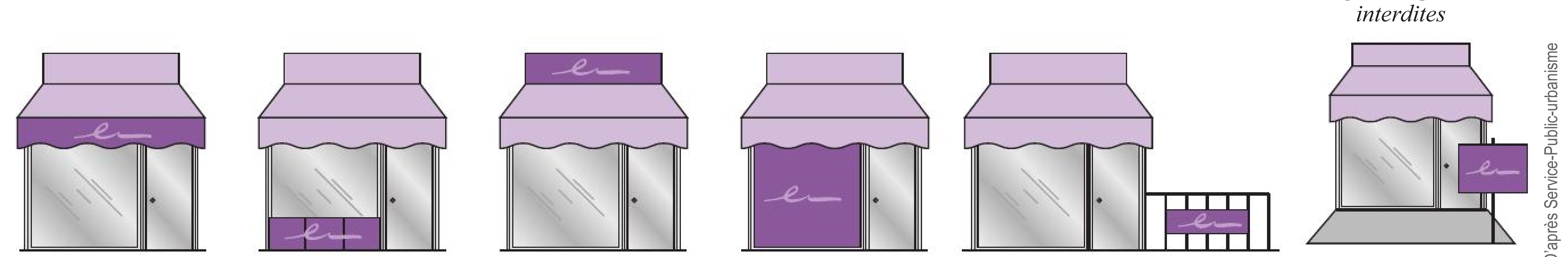
*** Depuis l'axe des arbres d'alignement

Emplacement des enseignes commerciales

Une enseigne commerciale peut prendre la forme de lettres individuelles (découpées), d'un panneau, d'un bandeau-support ou être en double-face. Elle doit respecter certaines règles d'emplacement, de dimensions, et ne doit pas gêner la circulation, la signalisation et la sécurité routière. Le graphisme doit s'inscrire dans la ligne esthétique de l'immeuble sur lequel l'enseigne sera implantée. L'enseigne doit être composée de matériaux durables et conservée en bon état de propreté. Les enseignes clignotantes sont interdites, sauf pour les pharmacies et les services d'urgence.



Enseignes clignotantes interdites

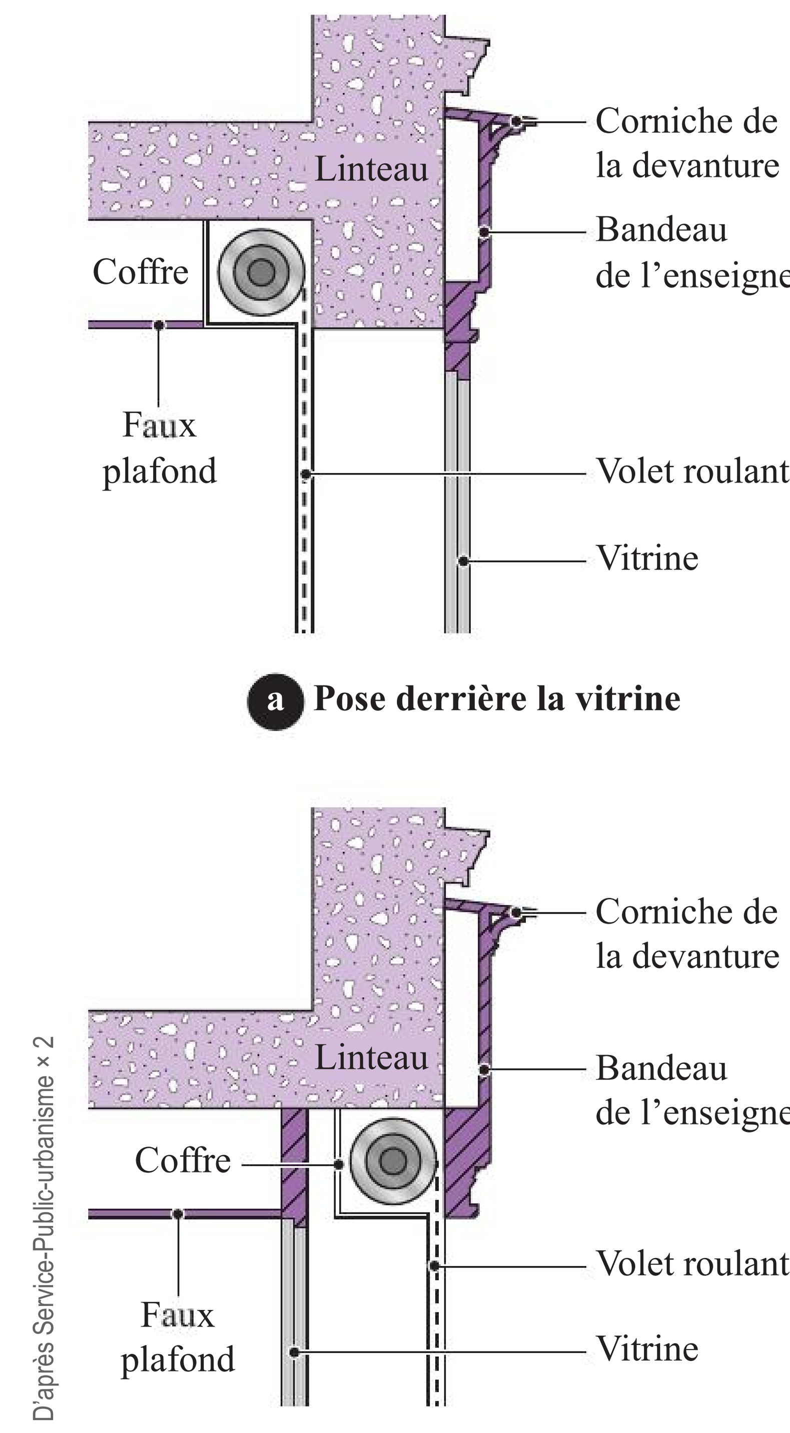


Sur un auvent ou une marquise — *Sur un garde-corps (balcon, fenêtre)* — *En toiture ou en terrasse* — *En façade, parallèle ou perpendiculaire au mur* — *Sur une clôture* — *Fixée au sol ou installée sur le sol*

Emplacement des enseignes

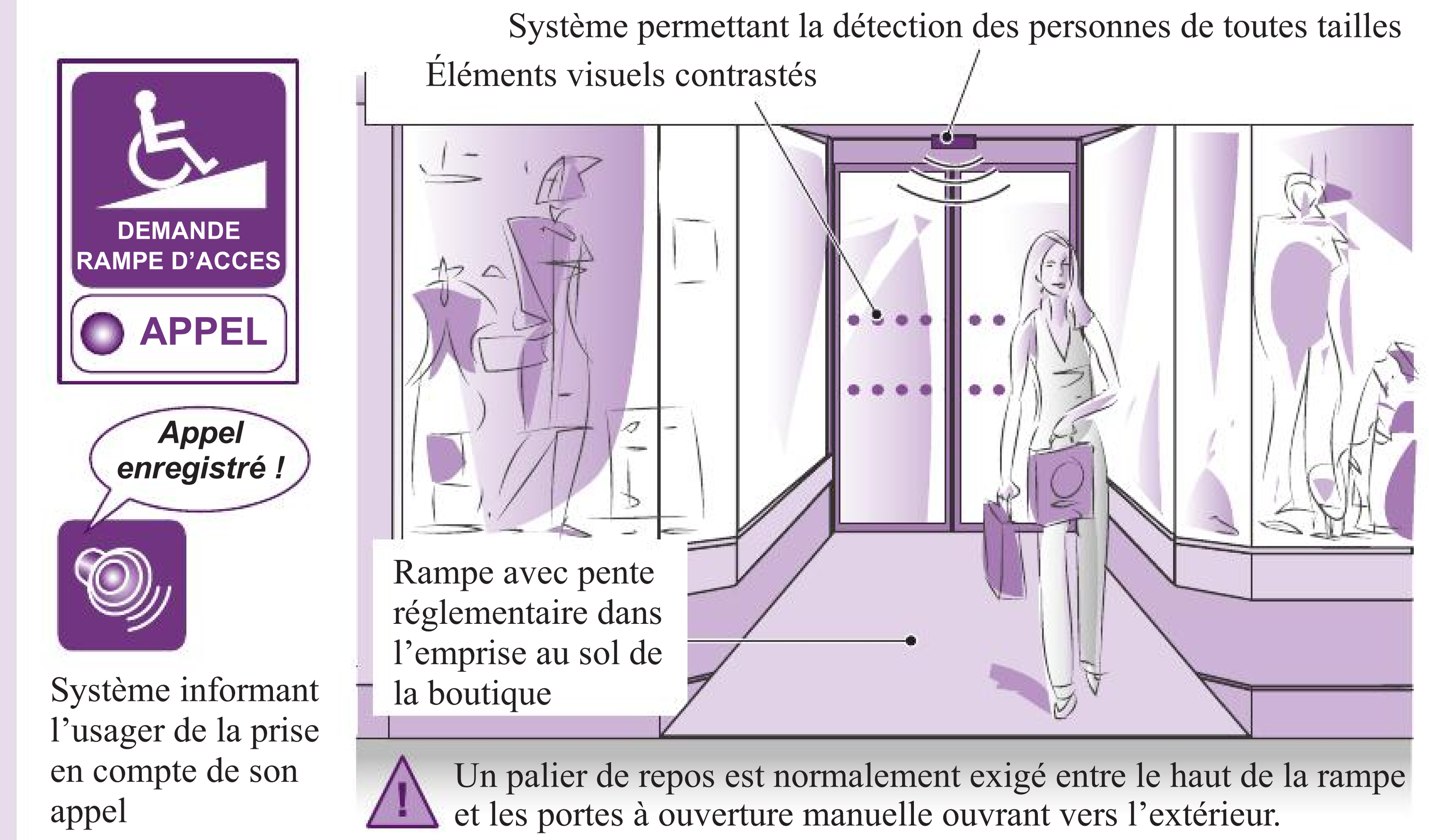
Volets de fermeture

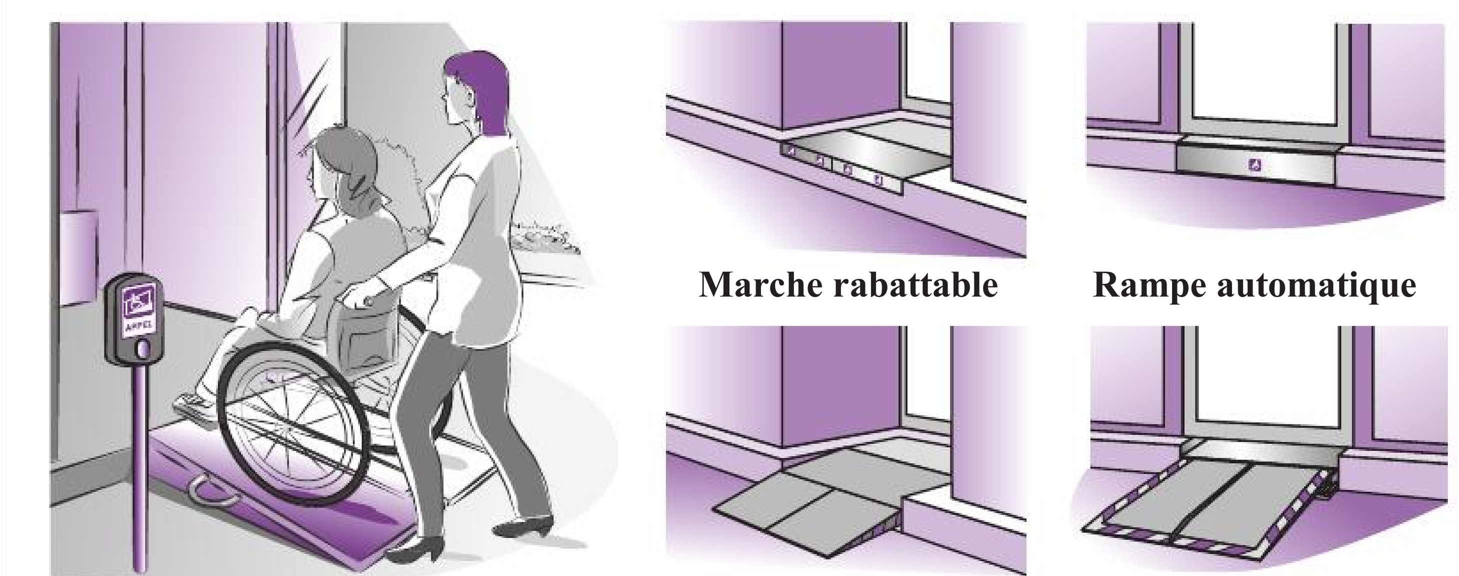
Les volets roulants métalliques de fermeture des locaux commerciaux sont posés :
- soit derrière la vitrine, cachés par le linteau (a) ;
- soit devant la vitrine, sous le plancher et cachés par le bandeau publicitaire (b).



Accessibilité des devantures

L'implantation des portes et parois vitrées situées à proximité du cheminement doit être optimisée pour offrir une visibilité maximale sur le local. Les portes et parois doivent être repérées par des éléments visuels contrastés par rapport à l'environnement immédiat et visibles de part et d'autre de la paroi vitrée. Si une dénivellation (marche, ressaut) ne peut être évitée, une rampe doit être installée avec une borne d'appel en cas de système manuel.





Borne d'appel du personnel — **Marche rabattable** — **Rampe automatique** — **Rampe dépliée manuellement** — **Rampe dépliée automatiquement**

Éclairage des devantures et des enseignes

Afin de réduire les nuisances lumineuses et les consommations d'énergie, l'éclairage nocturne des publicités, préenseignes et enseignes lumineuses et des bâtiments non résidentiels (bureaux, commerces, bâtiments agricoles ou industriels, bâtiments publics, façades et vitrines par exemple) est limité.

Type de dispositif	Taille de l'agglomération	Obligation d'extinction
Publicité et préenseigne lumineuse	Moins de 800 000 habitants	Entre 1 h et 6 h du matin
	Au-dessus de 800 000 habitants	Selon les modalités du règlement local de publicité (RLP) à consulter en mairie
Enseigne lumineuse[1]	Quelle que soit la taille	Entre 1 h et 6 h du matin
Vitrine de magasin ou d'exposition	Quelle que soit la taille	Entre 1 h (ou une heure après la fermeture ou la fin d'occupation des locaux) et 7 h (ou une heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt)
Éclairage intérieur des locaux professionnels	Quelle que soit la taille	Une heure après la fin d'occupation des locaux
Façade des locaux professionnels	Quelle que soit la taille	Au plus tard à 1 h

(1) Par dérogation, les commerces en activité entre minuit et 7 h du matin peuvent allumer leur enseigne une heure avant l'ouverture et la laisser allumée jusqu'à une heure après la fermeture.

Règles d'extinction nocturne

D'après Service-Public-urbanisme

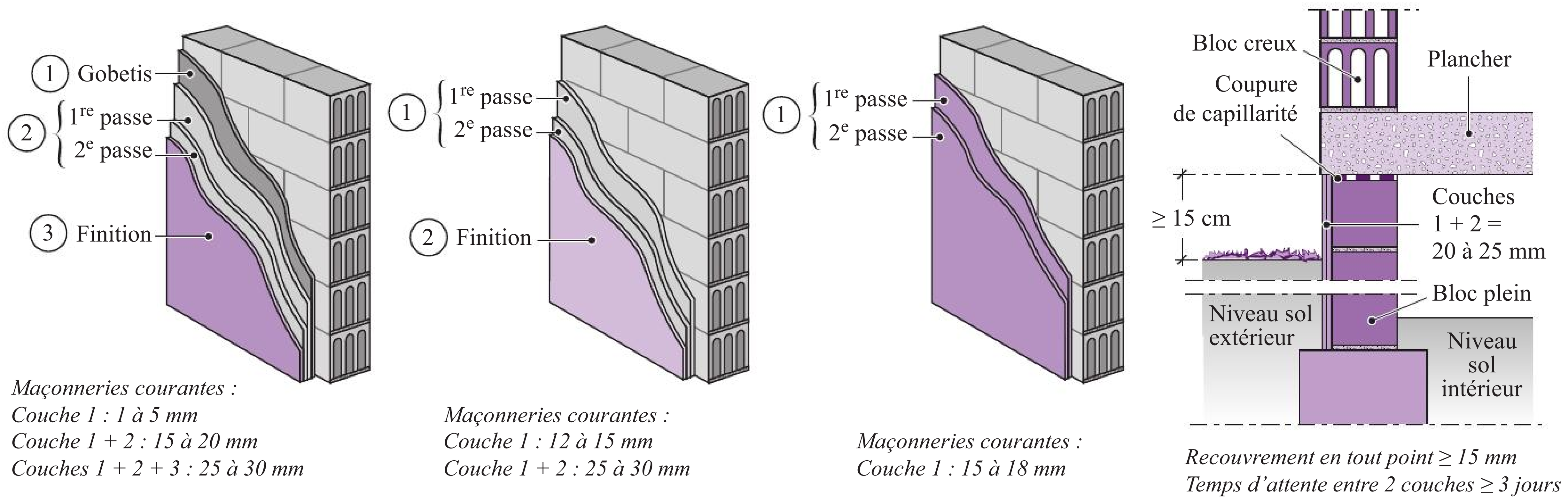
Enduits de façade

Comment ça marche

Les enduits assurent le dressage (rattrapage des irrégularités du gros œuvre), la protection (imperméabilisation des murs) et la finition (aspect final) de la façade. Ils sont constitués d'un mortier d'enduit appliqué manuellement à la truelle ou mécaniquement au moyen d'une machine à projeter. Pour éviter les désordres et fissures, les points singuliers doivent faire l'objet d'une attention particulière.

Typologie

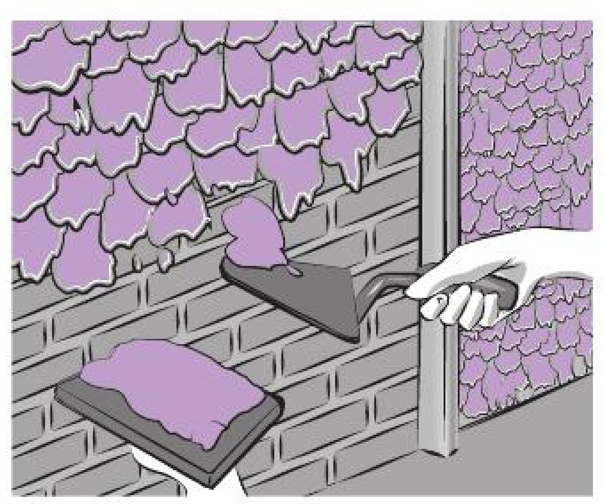
Quatre types d'enduits sur support neuf sont distingués :
- les enduits multicouches appliqués manuellement à la truelle qui nécessitent 3 couches distinctes (a) : le gobetis ou couche d'accrochage, le corps d'enduit (qui rattrape la planéité et assure l'imperméabilisation) et la finition ;
- les enduits multicouches projetés mécaniquement qui nécessitent 2 couches distinctes (b) : la première couche permet l'imperméabilisation et le rattrapage des irrégularités du support, la seconde couche apporte un complément d'imperméabilisation et la finition ;
- les enduits monocouche projetés mécaniquement en 1 couche qui assure le dressage, l'imperméabilisation et le parement (c) ;
- les enduits de soubassement appliqués manuellement ou mécaniquement en deux couches avec le même mortier (d).



a Multicouche appliqué manuellement — b Multicouche projeté — c Monocouche projeté — d Bicouche pour soubassement

Mise en œuvre

Les mortiers d'enduits peuvent être appliqués manuellement (jetés à la truelle) (a) ou mécaniquement au moyen d'une machine à projeter à gâchage ou pompe à mortier (b). Le dressage à la règle (c) permet de répartir uniformément le mortier sur le mur. Le serrage à la taloche (d), qui favorise l'imperméabilisation, permet d'améliorer la compacité de l'enduit dressé. L'enduit tyrolien de finition (e) est projeté au pistolet pneumatique ou à la moustiquette (tyrolienne). L'aspect final du parement est obtenu par ribbage ou écrasement à la taloche, grattage à la taloche à clous ou au gratton (f), ou tramage au rouleau à motif (g).


a Jeté à la truelle

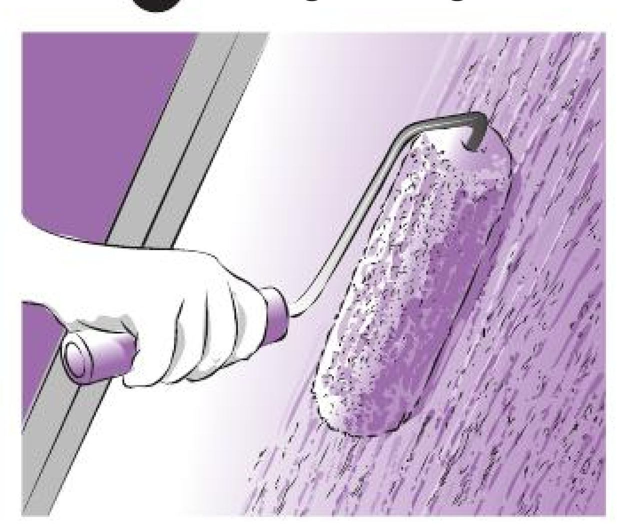

b Projetage mécanique


c Dressage à la règle


d Serrage à la taloche

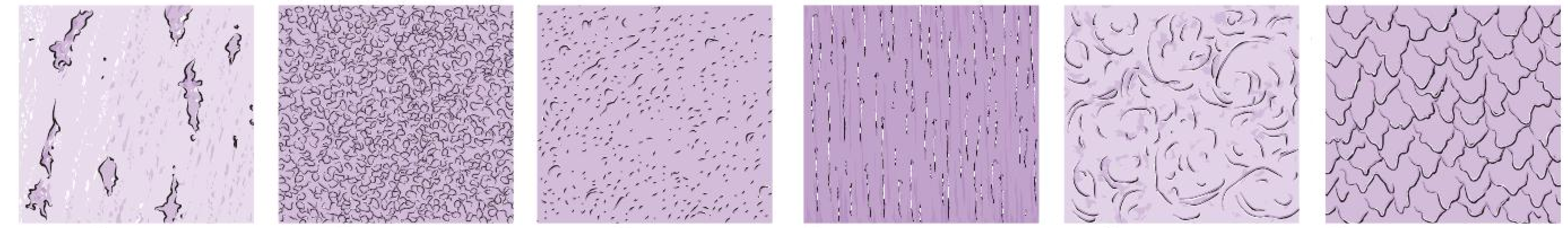

e Moustiquette ou tyrolienne


f Grattage à la taloche à clous


g Tramage au rouleau

Finition

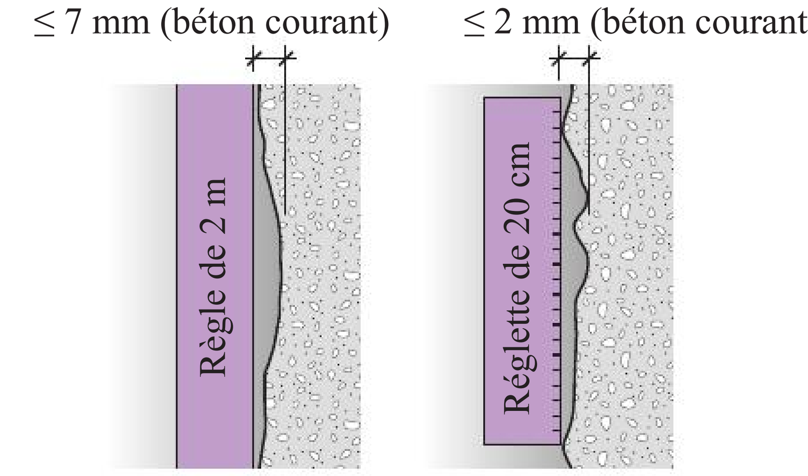
La finition de l'enduit est liée à la consistance du gâchage, au nombre de passes et à la pression exercée sur la taloche qui produit un grain plus ou moins écrasé. Les finitions les plus courantes sont : les enduits écrasés légèrement à la taloche après projection (a), projetés ou bruts de projection (b), grattés à l'aide d'un gratton ou d'une taloche à clous (c), ribbés verticalement (d) ou en rond (e) au moyen d'une lisseuse, ou tramés au rouleau (f) pour former divers motifs selon le choix du rouleau.


a Écrasé — b Projeté — c Gratté — d Ribbé verticalement — e Ribbé en rond — f Tramé au rouleau

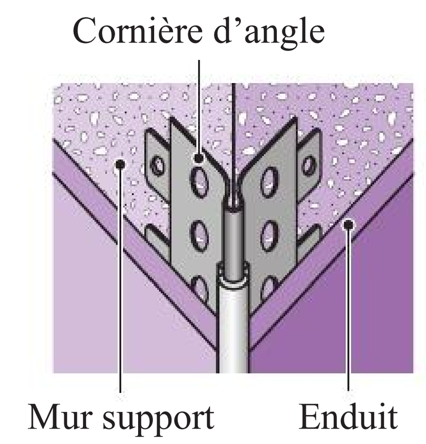
Tolérances et points singuliers

Les tolérances des supports neufs sont définies par une flèche maximale prise sous une règle de 2 m ou sous une réglette de 20 cm (a). L'exécution soignée des points singuliers garantit la durabilité de l'enduit et sa résistance aux fissures pendant la phase de stabilisation du gros œuvre et à l'encrassement lié au ruissellement des eaux pluviales. Sont distingués :
- les arêtes sortantes (b), réalisées sans surcharge, avec ou sans profilé métallique ;
- les éléments de façade en saillie (modénatures) (c), isolés de l'enduit par des joints ;
- les supports à enduire de natures différentes (d), renforcés au moyen d'une armature métallique ou par un treillis en fibre de verre ;
- les pieds de mur (e), protégés par une cornière métallique qui arrête l'enduit et évite le ruissellement de l'eau en partie basse du mur ;
- les têtes de murs ou appuis de menuiseries (f), protégés du ruissellement de l'eau par un dispositif muni d'une goutte d'eau ;
- les joints de structure ou de dilatation (g), obturés par un joint ou un profilé ;
- les bandeaux de planchers (h), recouverts d'une bavette en zinc formant goutte d'eau évitant les rejaillissements.

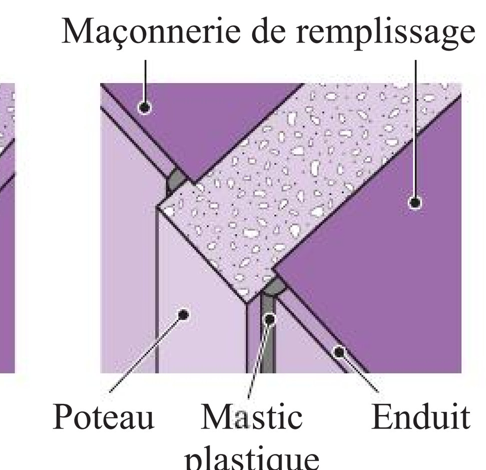
Des armatures métalliques, des treillis en fibre de verre et des cornières et profilés métalliques sont mis en œuvre pour le renforcement des points singuliers (i).



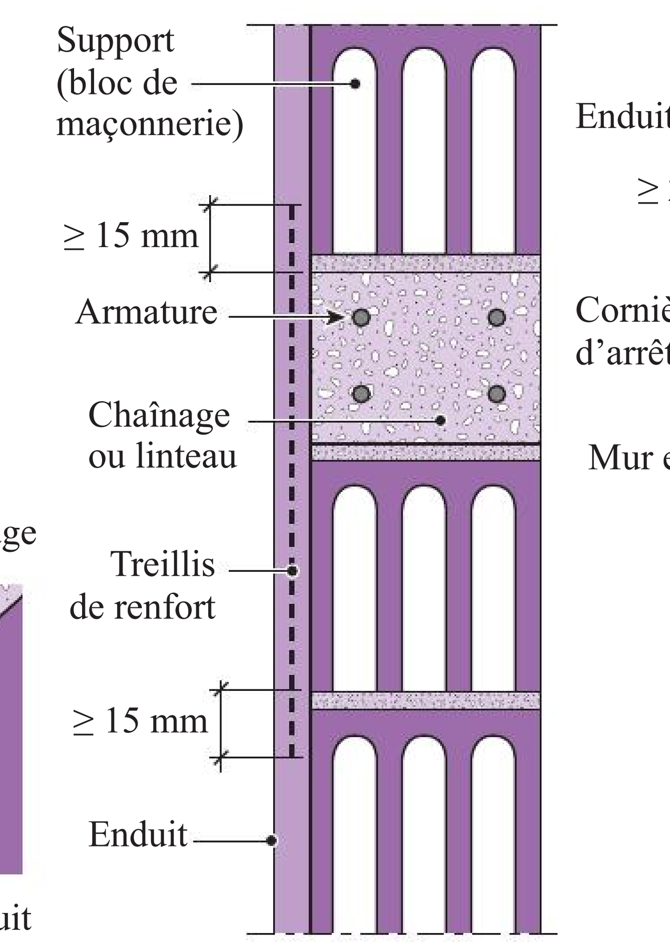
a Tolérances de planéité



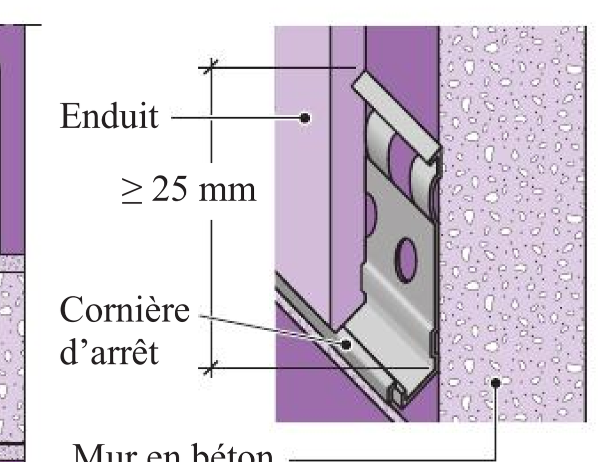
b Arête sortante



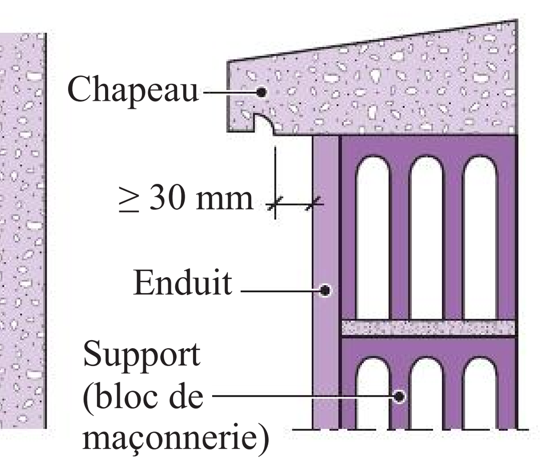
c Élément en saillie



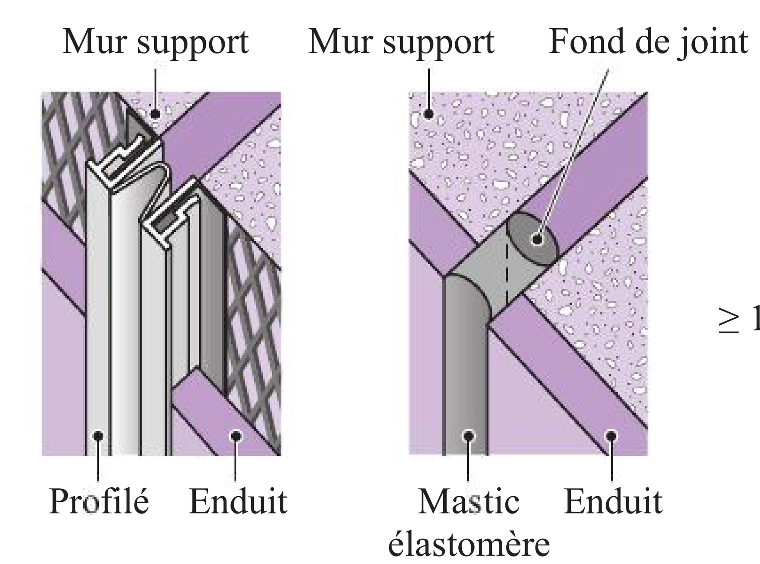
d Supports de natures différentes



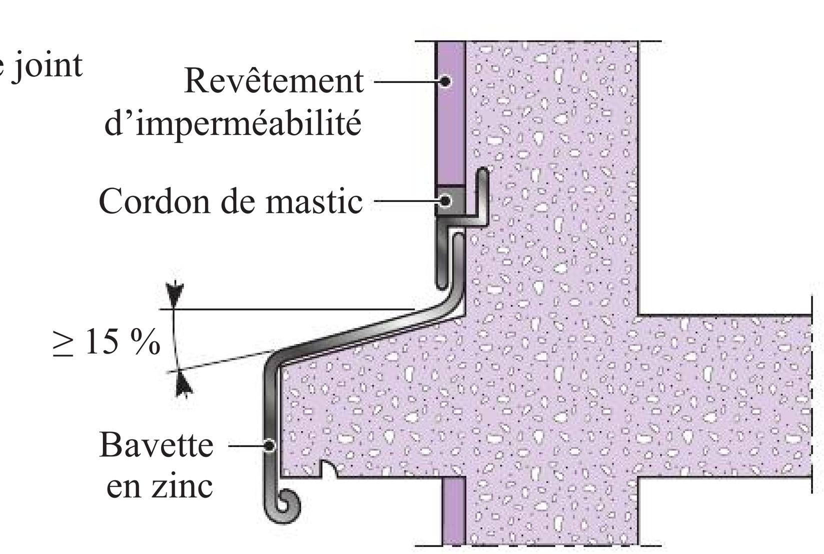
e Pied de mur



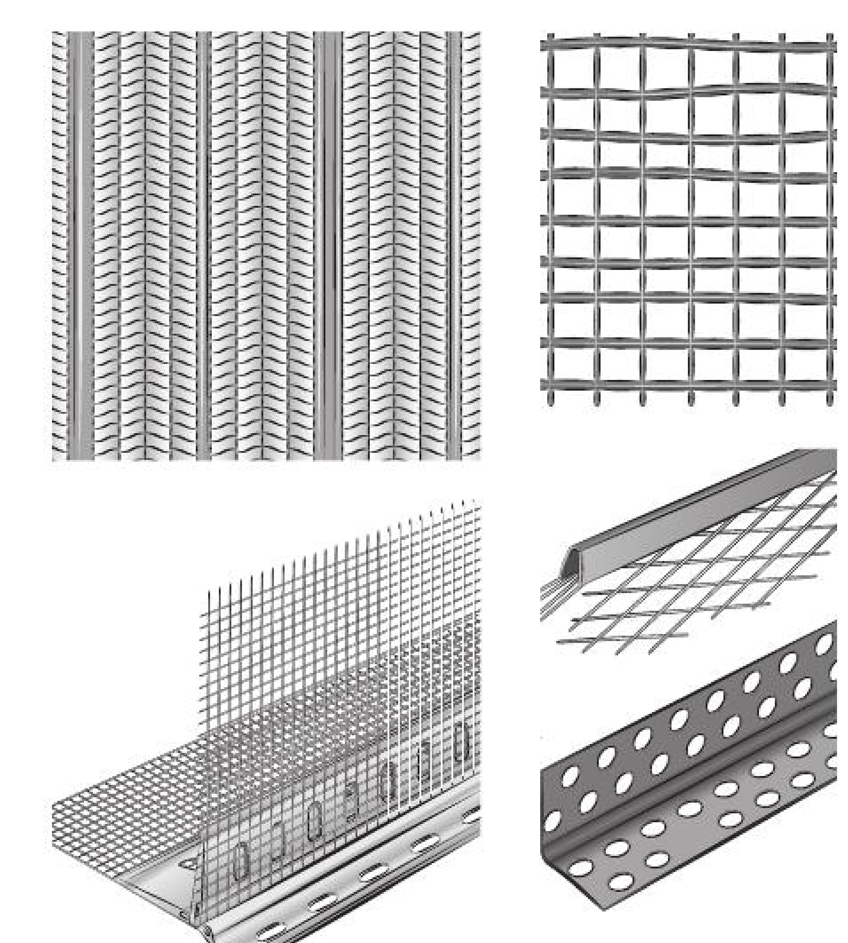
f Tête de mur



g Joints de structure



h Bandeau de plancher


i Treillis et profilés de renforcement

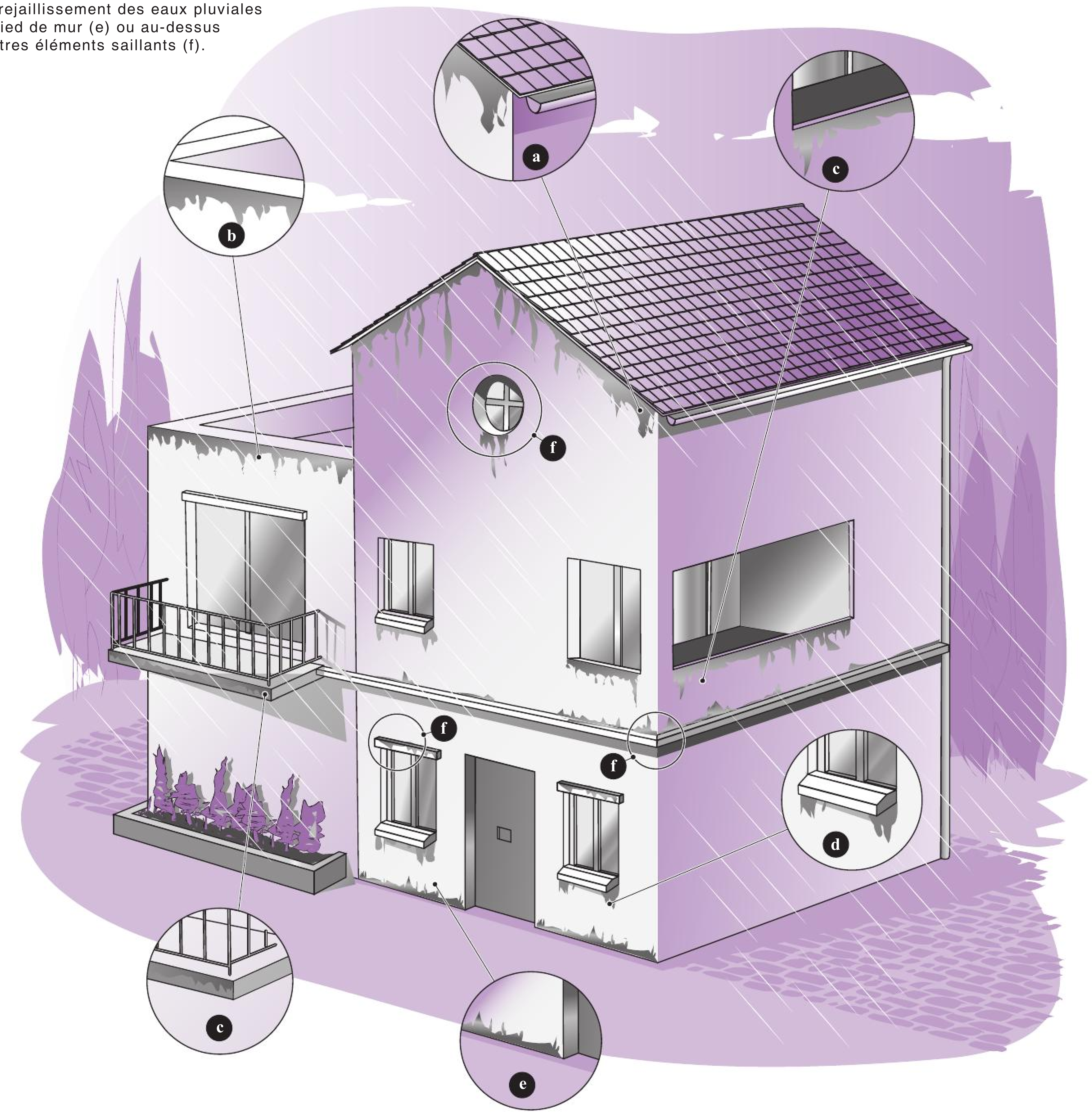
Comment ça marche

Protection des façades

La protection contre les salissures doit être prise en compte dès la conception des façades. Celles-ci doivent être protégées contre les ruissellements des eaux pluviales qui engendrent un encrassement irrégulier aux droit des points sensibles. Des protections doivent être mises en place, en prenant soin de ne pas engendrer de défauts esthétiques nuisant à l'harmonie de la façade. Si le ruissellement n'est pas facile à maîtriser au niveau d'un projet, la gestion de l'encrassement de façades peut être anticipée dès le stade de la conception d'un bâtiment.

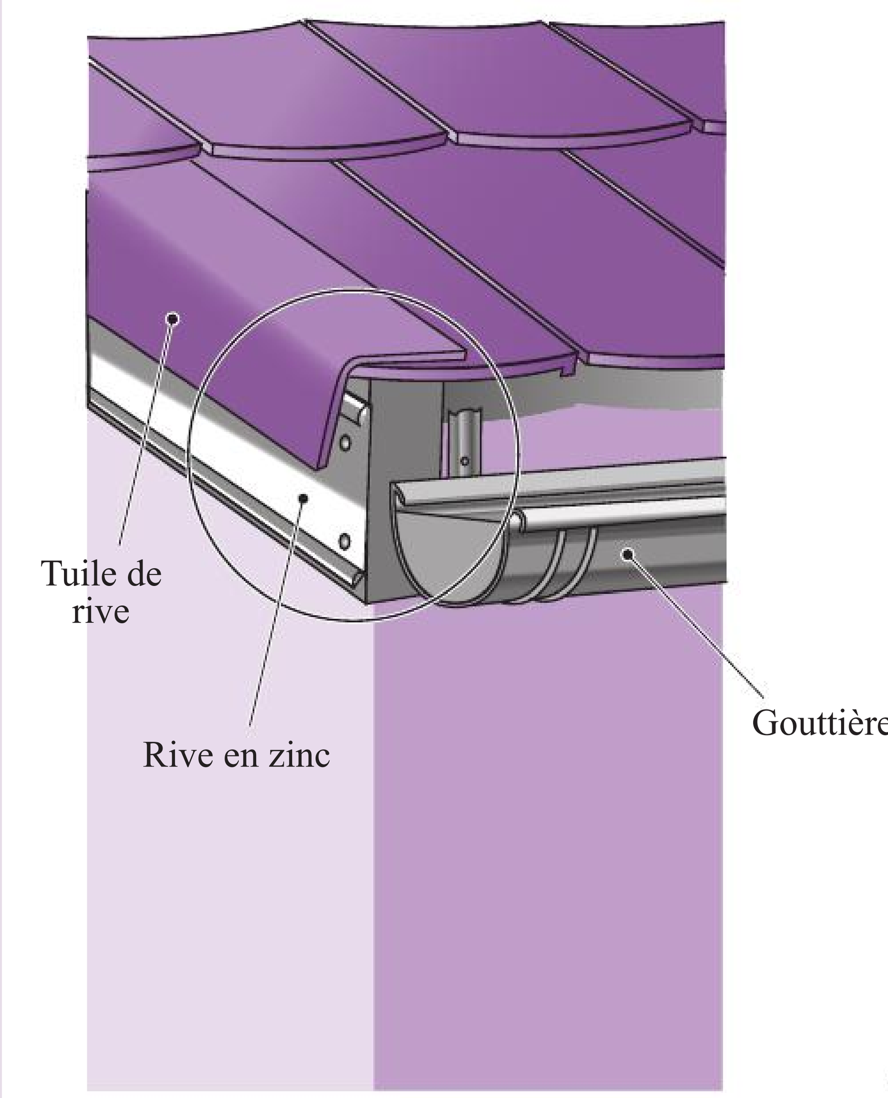
Points sensibles d'une façade

Les points à surveiller et à traiter en priorité se retrouvent sur toutes les façades, quels qu'en soient l'époque ou le style :
- les salissures ayant pour origine l'absence ou les mauvaises dispositions des protections des pignons (a), têtes de murs, murets, voiles en béton, acrotères, etc. (b) ;
- l'encrassement des nez de dalle ou des faces extérieures des bandeaux et des corniches (c) ;
- les salissures ayant pour origine les appuis de baie (d) ;
- le rejaillissement des eaux pluviales en pied de mur (e) ou au-dessus d'autres éléments saillants (f).

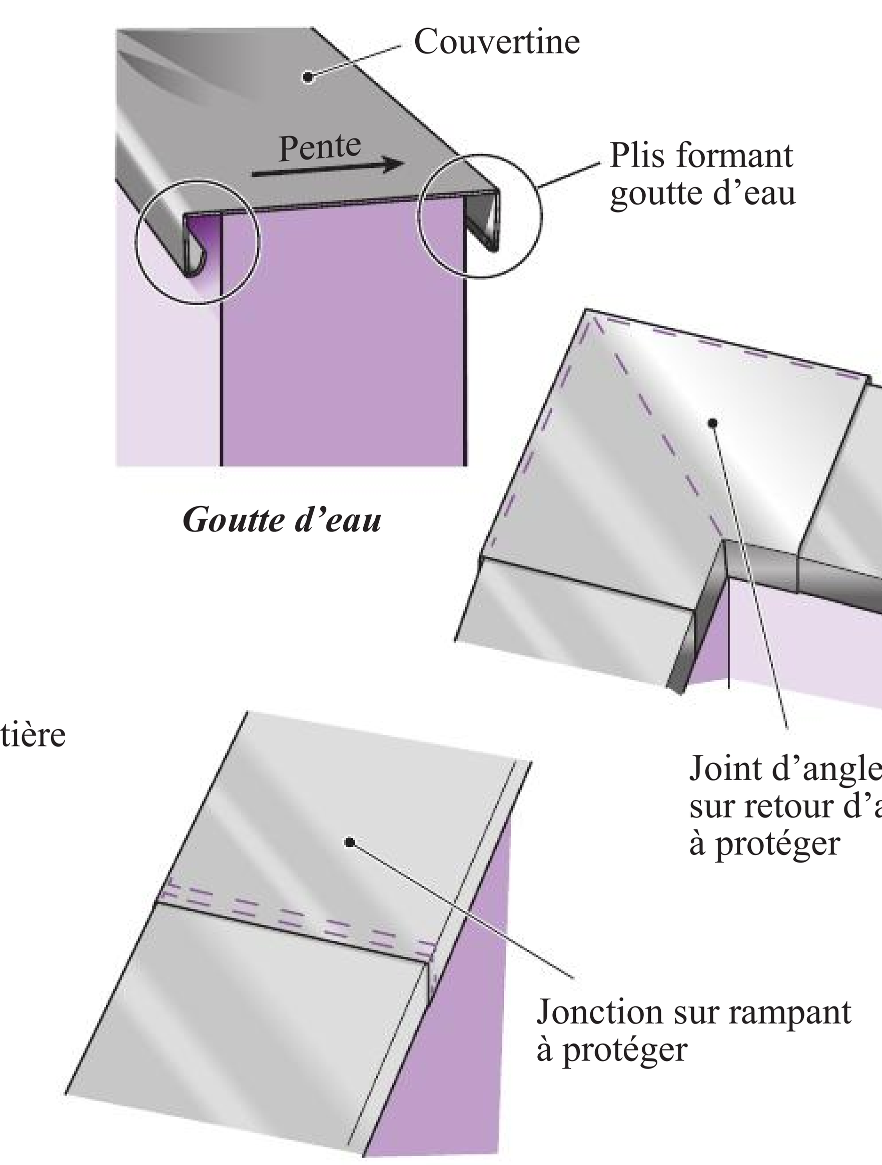


Prévention contre l'action de la pluie et les salissures

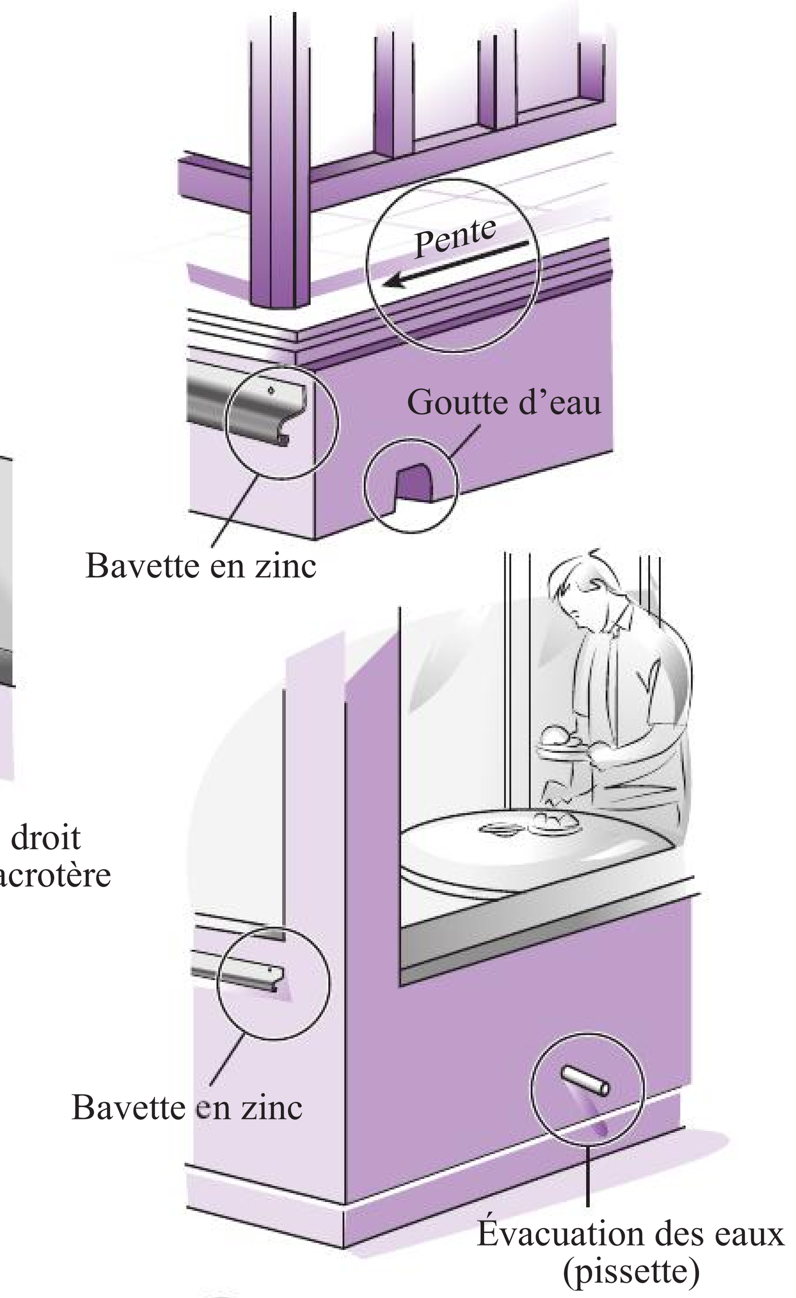
Points singuliers relatifs à la mise en œuvre des rives de couvertures en pignon (a), acrotères (b), nez de balcon et loggias (c), fenêtres et appuis de baie (d), pieds de mur (e) et autres éléments saillants (f).



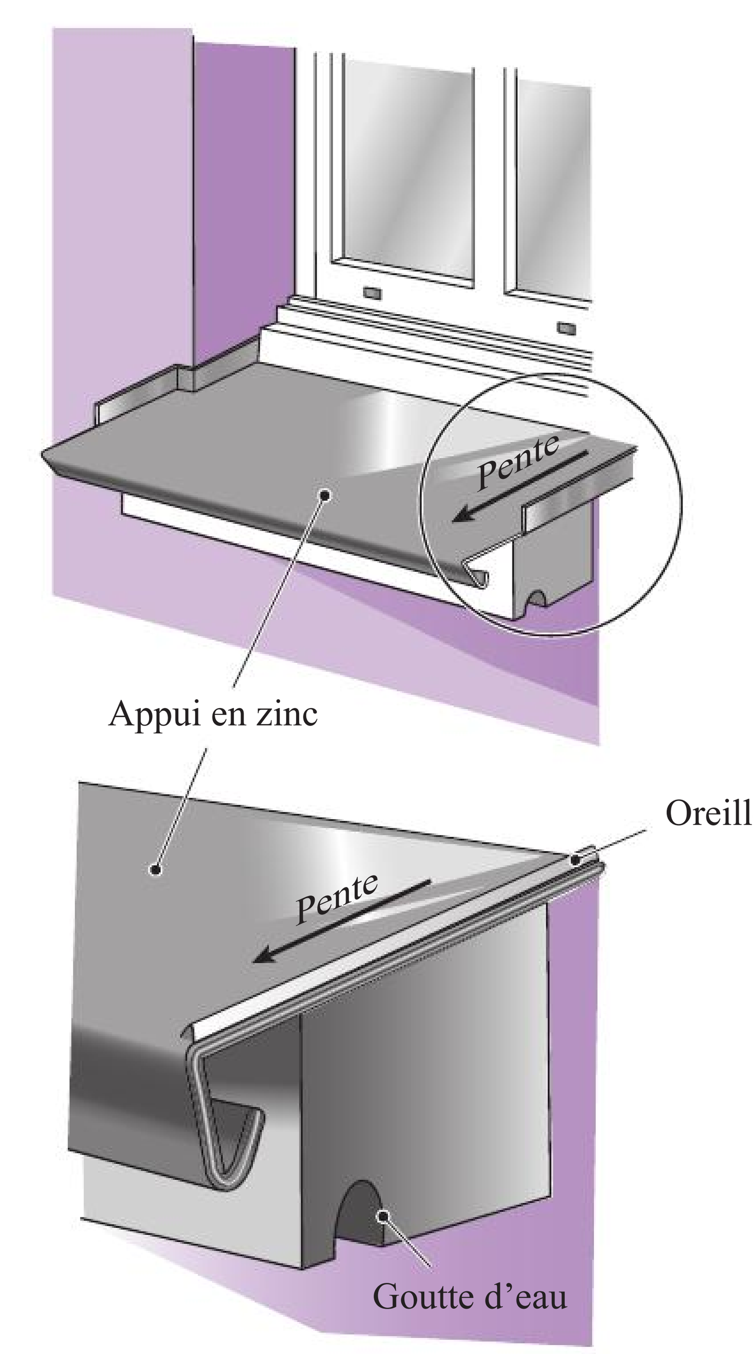
a Rive de couverture en pignon



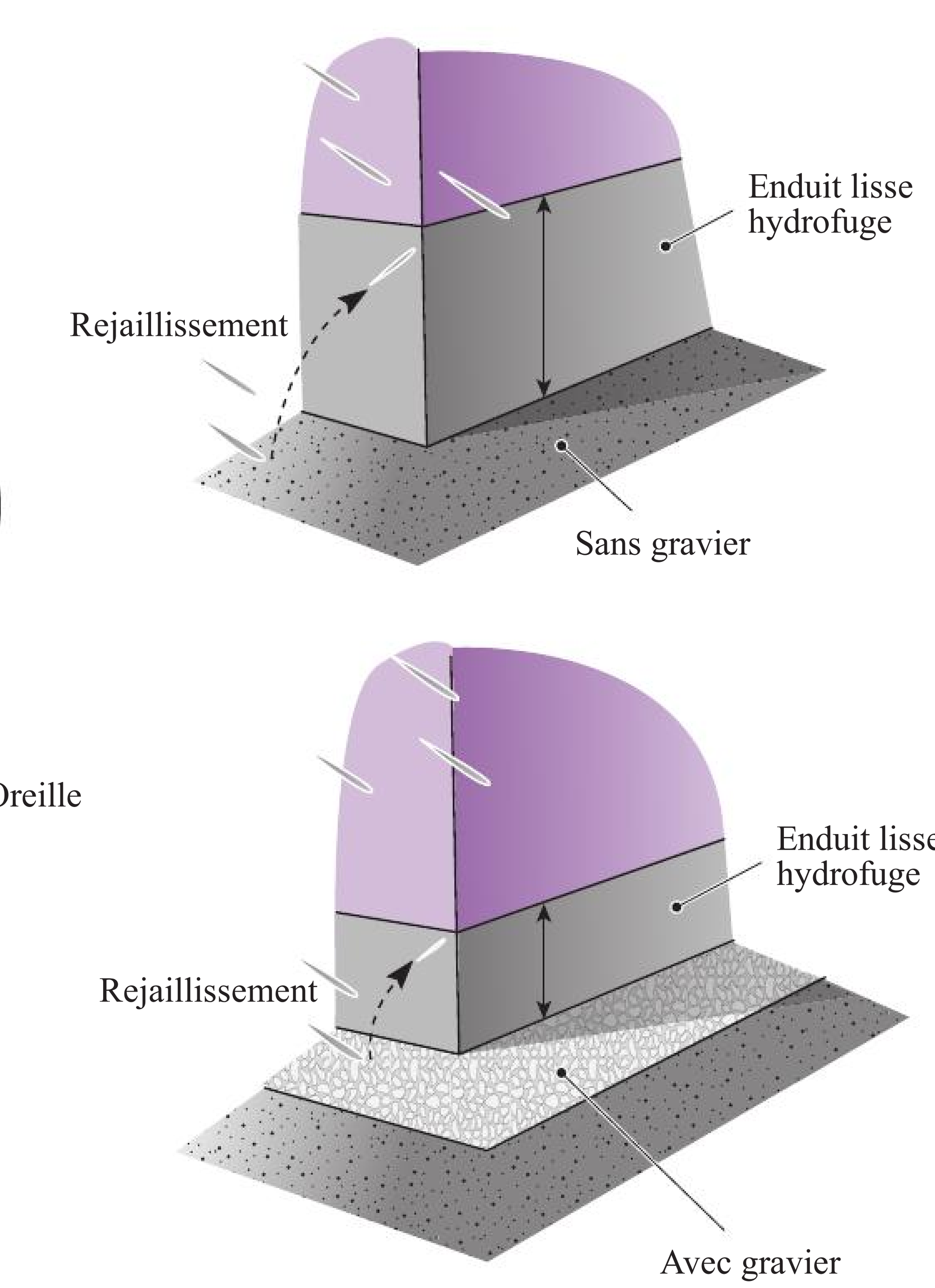
b Acrotère



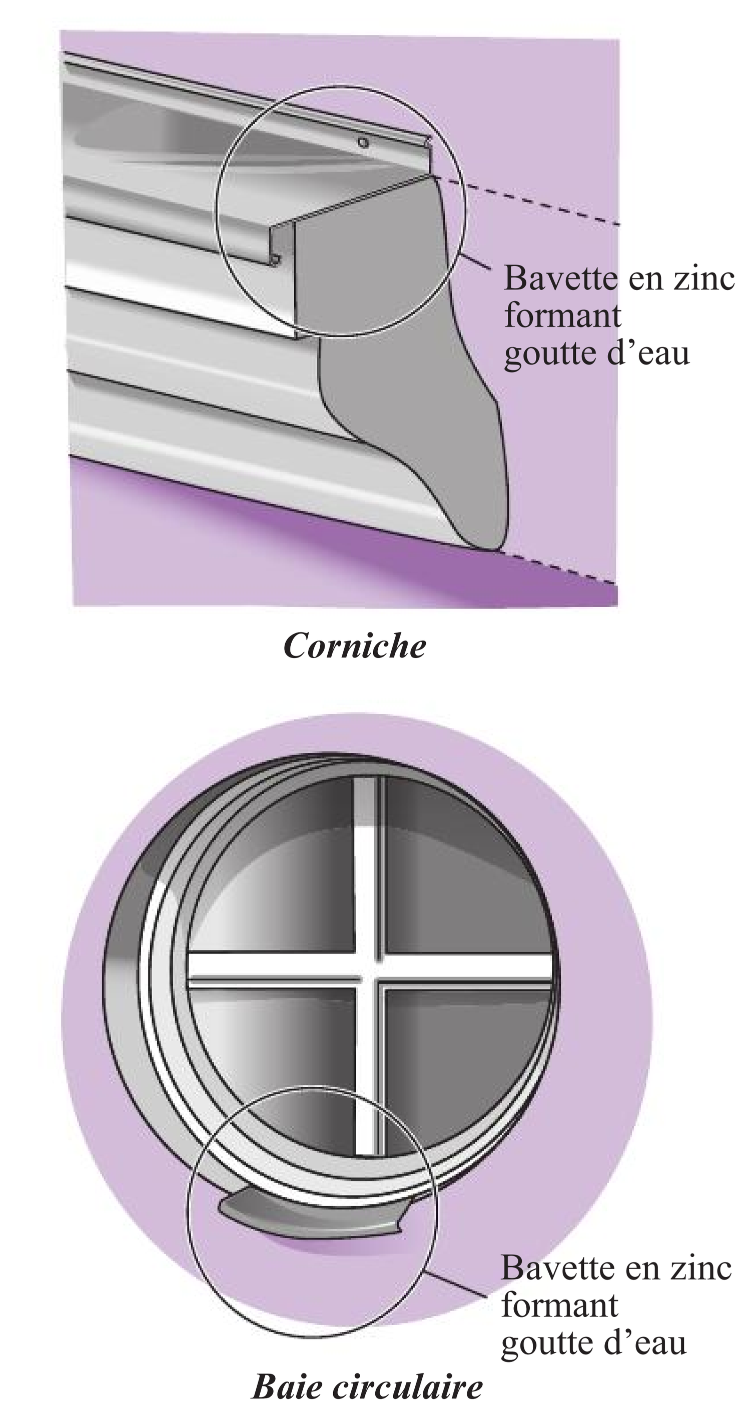
c Nez de balcon et loggia



d Fenêtre - Appui de baie



e Pied de mur



f Autres éléments saillants

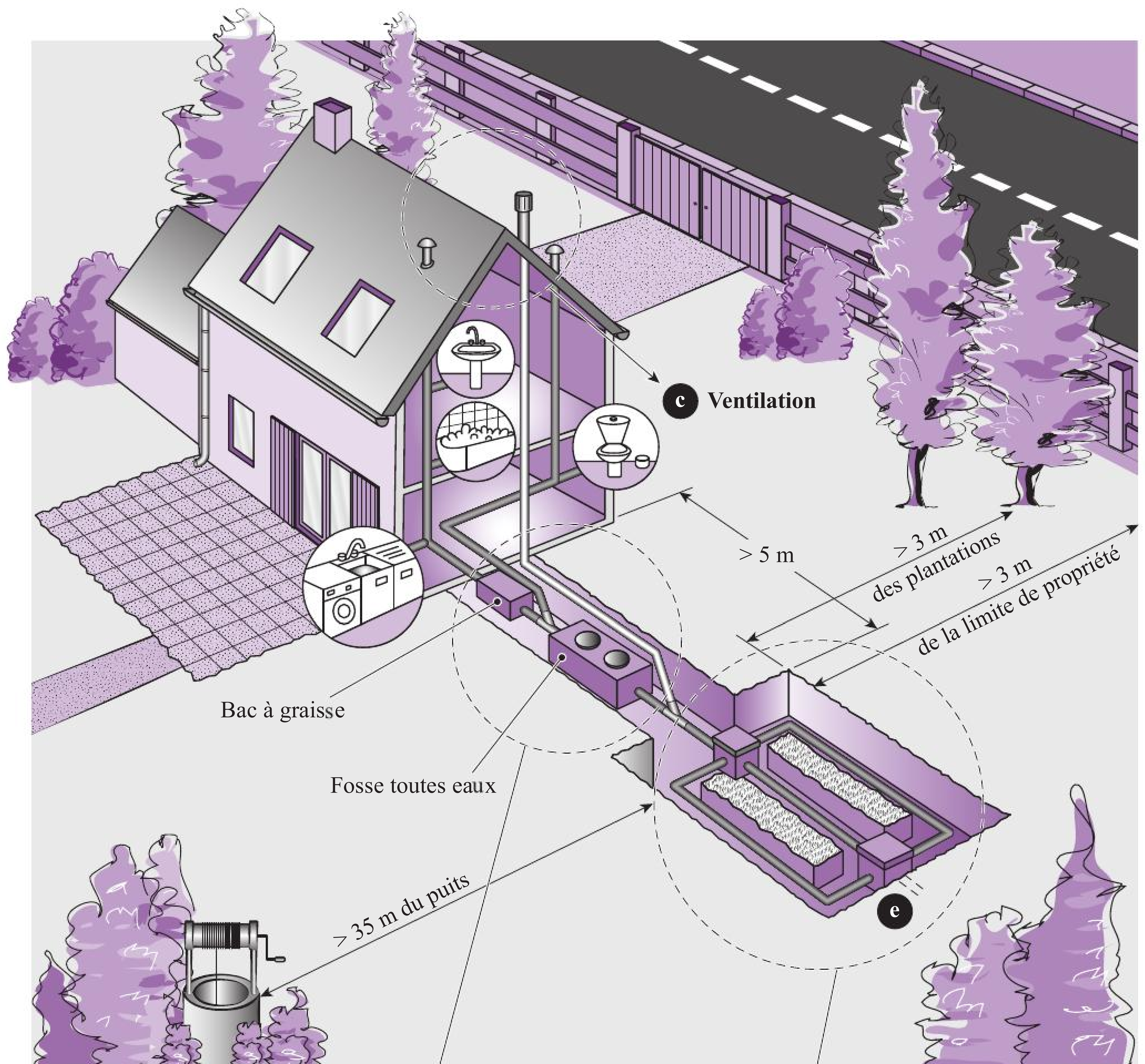
Assainissement non collectif

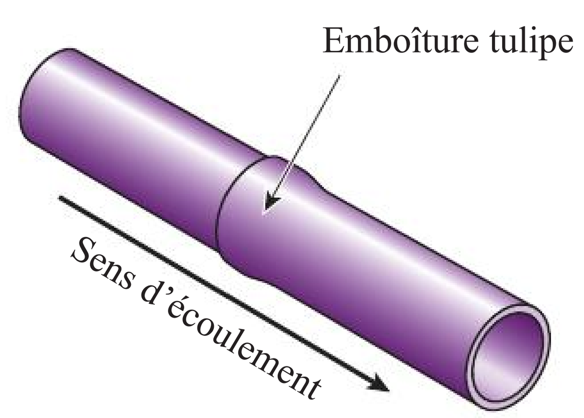
Comment ça marche

L'assainissement non collectif (ou individuel ou autonome) est constitué d'un prétraitement assurant la rétention des matières solides et flottantes, suivi d'un dispositif de traitement utilisant le pouvoir épurateur du sol naturel ou reconstitué pour dépolluer les eaux usées. Les filières de traitement, dites traditionnelles, présentent l'avantage d'une gestion simple et de bonnes performances épuratoires. Les coûts d'entretien et d'investissement sont faibles.

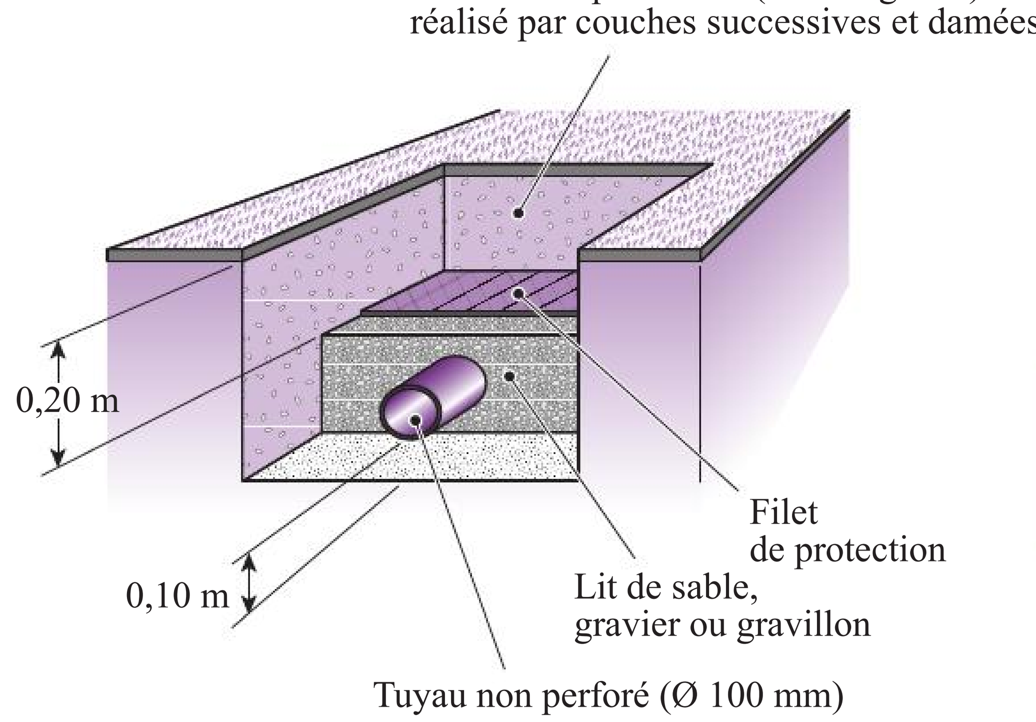
Schéma général d'une installation

Un dispositif d'assainissement non collectif est composé de 5 parties principales :
- la collecte (a) : transport des eaux usées de la sortie de l'habitation au prétraitement ;
- le prétraitement (b) : dispositif permettant la dégradation de 40 à 50 % de la pollution ;
- la ventilation (c) : évacuation des gaz de fermentation du prétraitement ;
- le traitement (d) : dispositif permettant la dégradation du reste de la pollution par l'action des micro-organismes situés dans le sol existant ou dans des matériaux rapportés ;
- l'évacuation (e) : dans le cas d'ouvrages de traitement non drainés, l'évacuation des eaux usées s'effectue dans le sol en place. Dans le cas de filtres drainés, les eaux usées traitées sont évacuées soit par infiltration dans le sol à l'aide d'un puits d'infiltration, soit par rejet vers le milieu hydraulique superficiel (fossé, cours d'eau, etc.).





Assemblage des tuyaux de collecte



a Mise en œuvre d'une conduite de collecte

b Prétraitement

Le prétraitement doit être placé le plus près possible de l'habitation (à moins de 10 mètres).
Son positionnement sur la parcelle tient compte des difficultés liées à la vidange périodique.

d Traitement

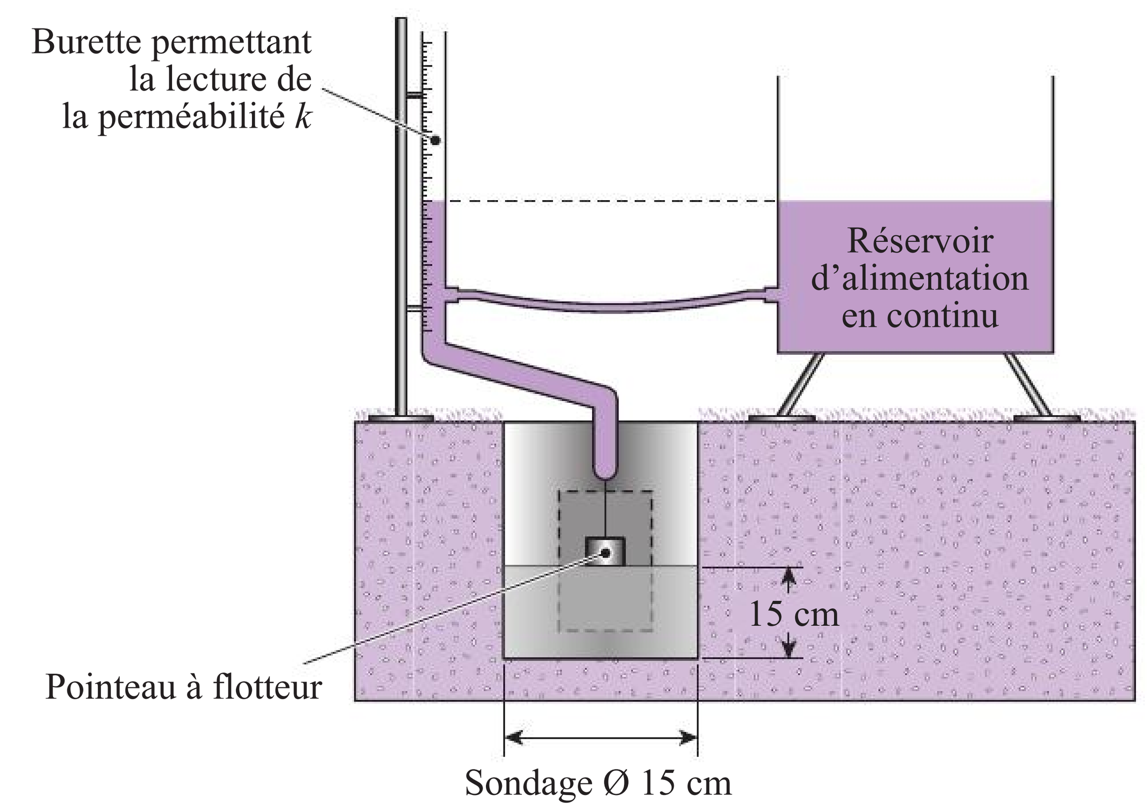
Aucun revêtement imperméable à l'air ne doit recouvrir le traitement (tout revêtement bitumé ou bétonné est à proscrire).
Tous les tampons de visite du système doivent être situés au niveau du sol et rester accessibles.

Le prétraitement et surtout le traitement doivent être situés en dehors des zones destinées à la circulation et au stationnement de tout véhicule, des zones de stockage de charges lourdes, et des surfaces de cultures susceptibles de développer un réseau racinaire profond, notamment les arbres.

Installation avec traitement par tranchées d'infiltration et évacuation des eaux usées dans le sol en place

Analyse du projet

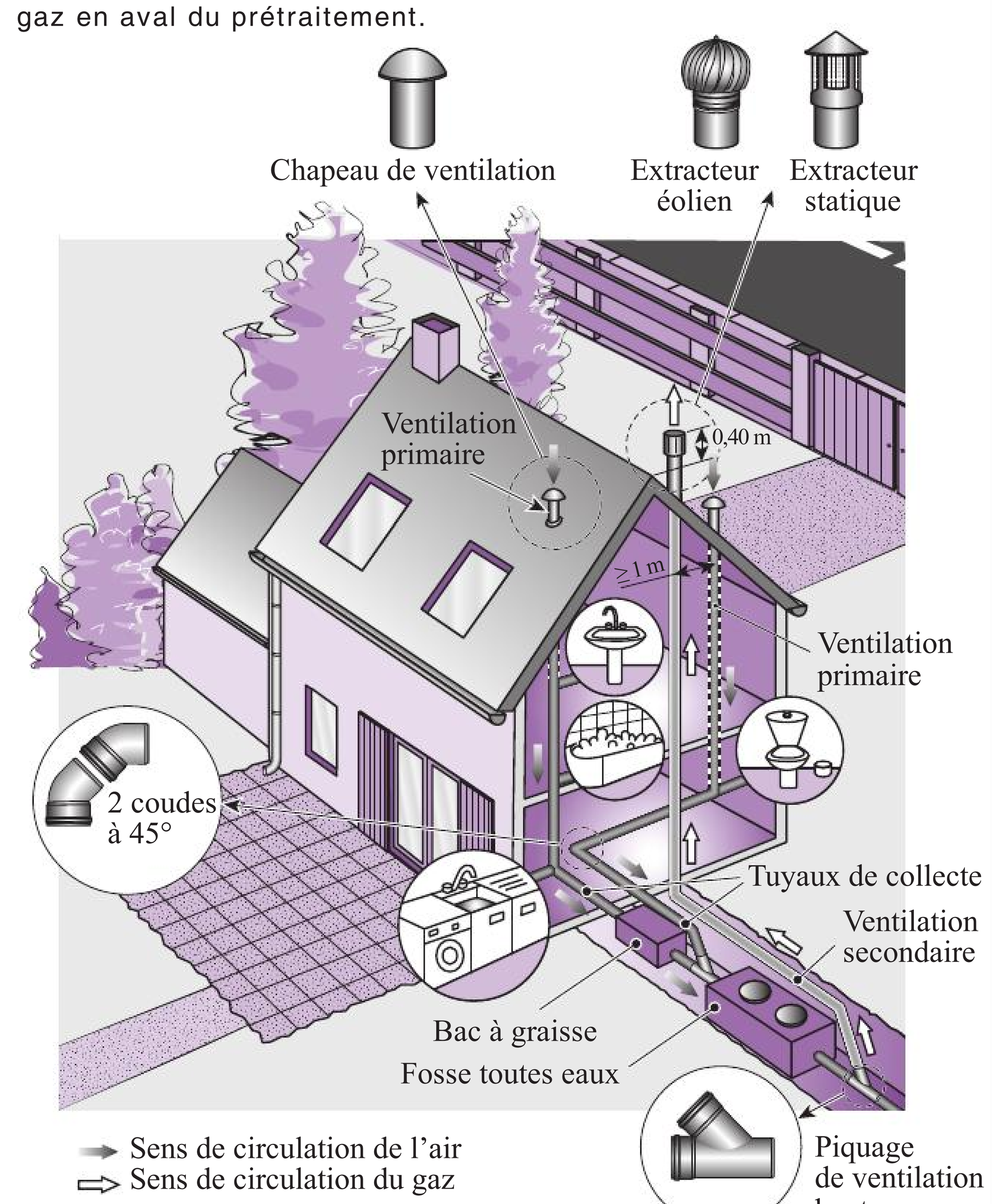
Cette phase consiste à définir les potentialités de la parcelle en termes de caractéristiques pédologiques, hydrologiques, géomorphologiques, etc. Elle comprend une analyse environnementale qui permet de caractériser la parcelle et son environnement immédiat, et une analyse pédologique permettant de connaître les capacités d'épuration du sol superficiel (test de perméabilité réalisé le plus souvent avec la méthode de Porchet).



Méthode de Porchet

Ventilation

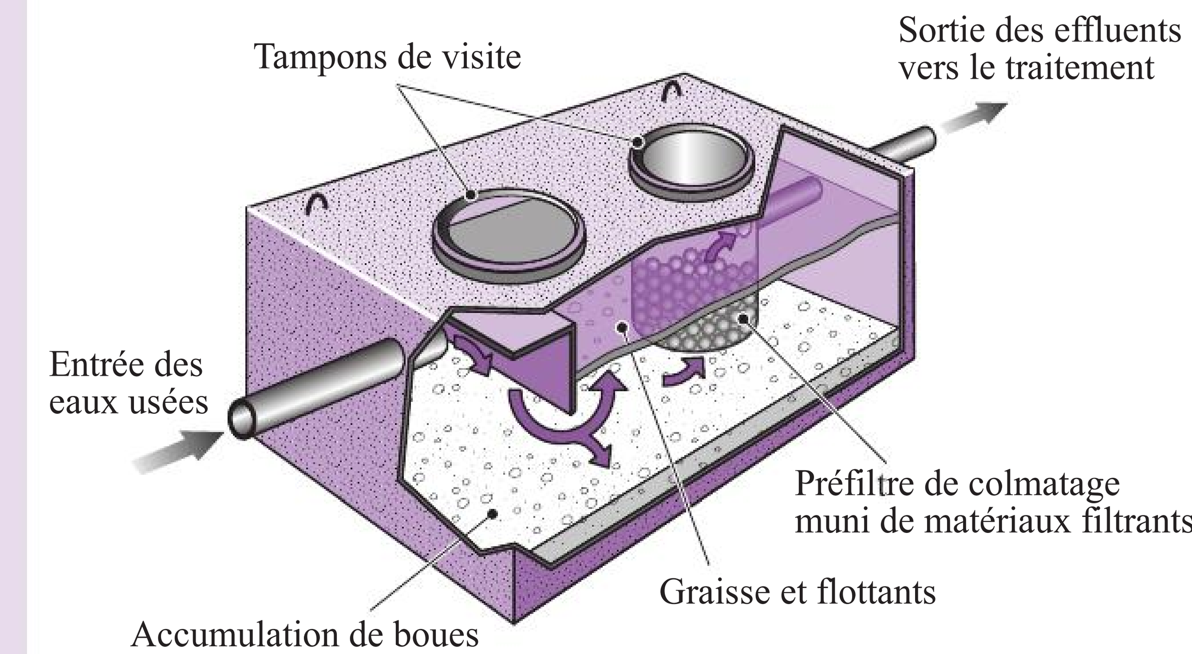
La ventilation permet d'évacuer les gaz produits par la digestion bactérienne dans la fosse toutes eaux ou septique, afin de limiter les problèmes d'odeur et la corrosion des ouvrages en béton. Elle est assurée par une entrée d'air en amont et une extraction des gaz en aval du prétraitement.



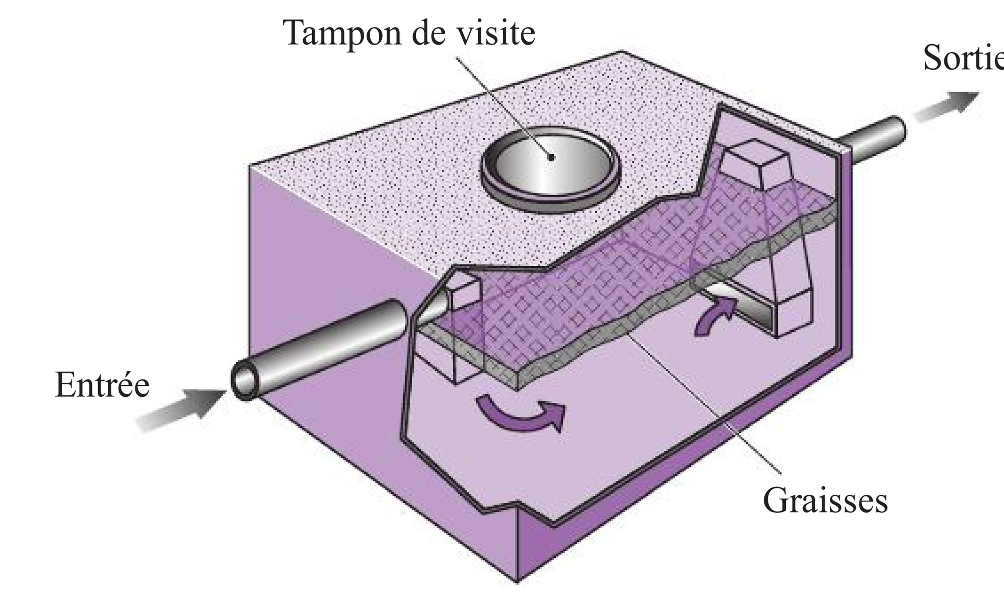
Mise en œuvre de la ventilation

Prétraitement

Le prétraitement est un dispositif permettant la dégradation de 40 à 50 % de la pollution par rétention des matières solides et flottantes. La fosse toutes eaux collecte l'ensemble des eaux vannes et des eaux ménagères issues de l'habitation. Le bac à graisses retient les graisses et huiles issues des eaux ménagères pour éviter leur dépôt dans les canalisations. Il nécessite un entretien fréquent.



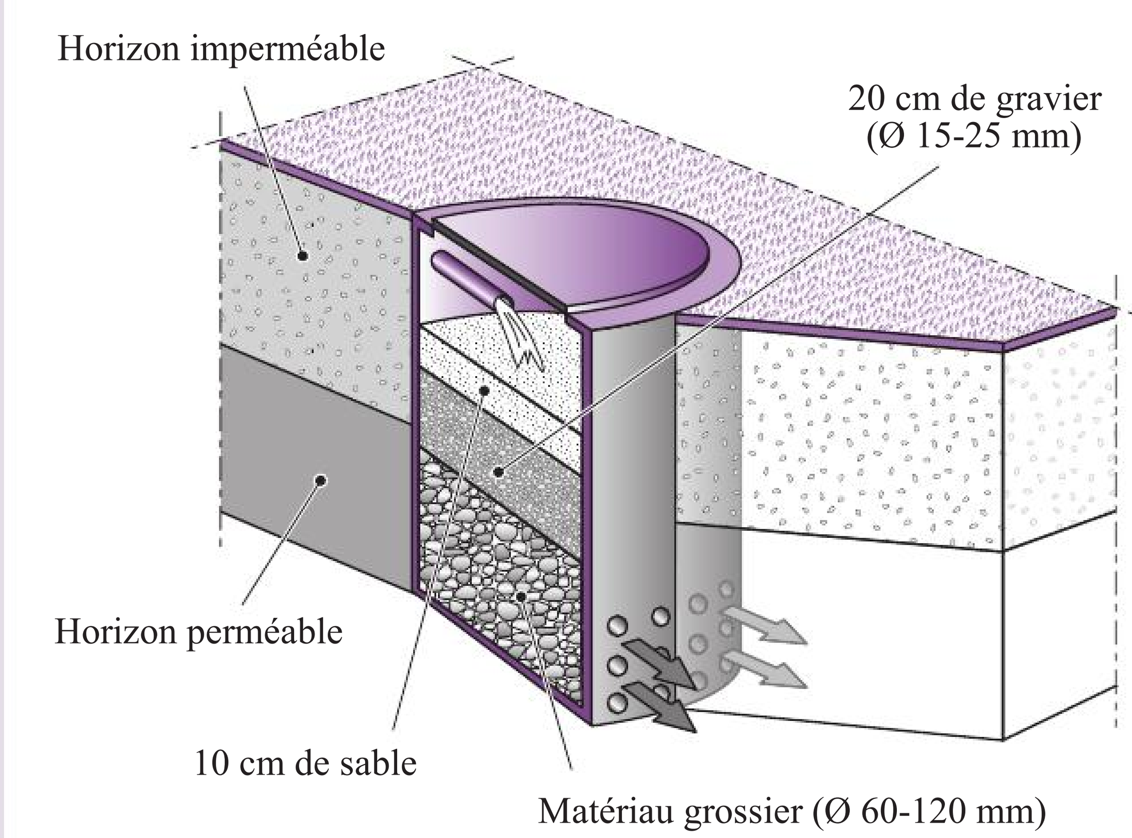
Fosse toutes eaux



Bac à graisse

Évacuation

Deux modes d'évactuation des eaux usées issues des filtres de traitement drainés sont autorisés :
- le rejet vers un milieu hydraulique superficiel (fossé, cours d'eau, etc.) sous réserve d'autorisations ;
- la dispersion dans les couches profondes perméables, assurée par un puits d'infiltration constitué de buses d'un diamètre de 1,5 à 3 m.



Puits d'infiltration

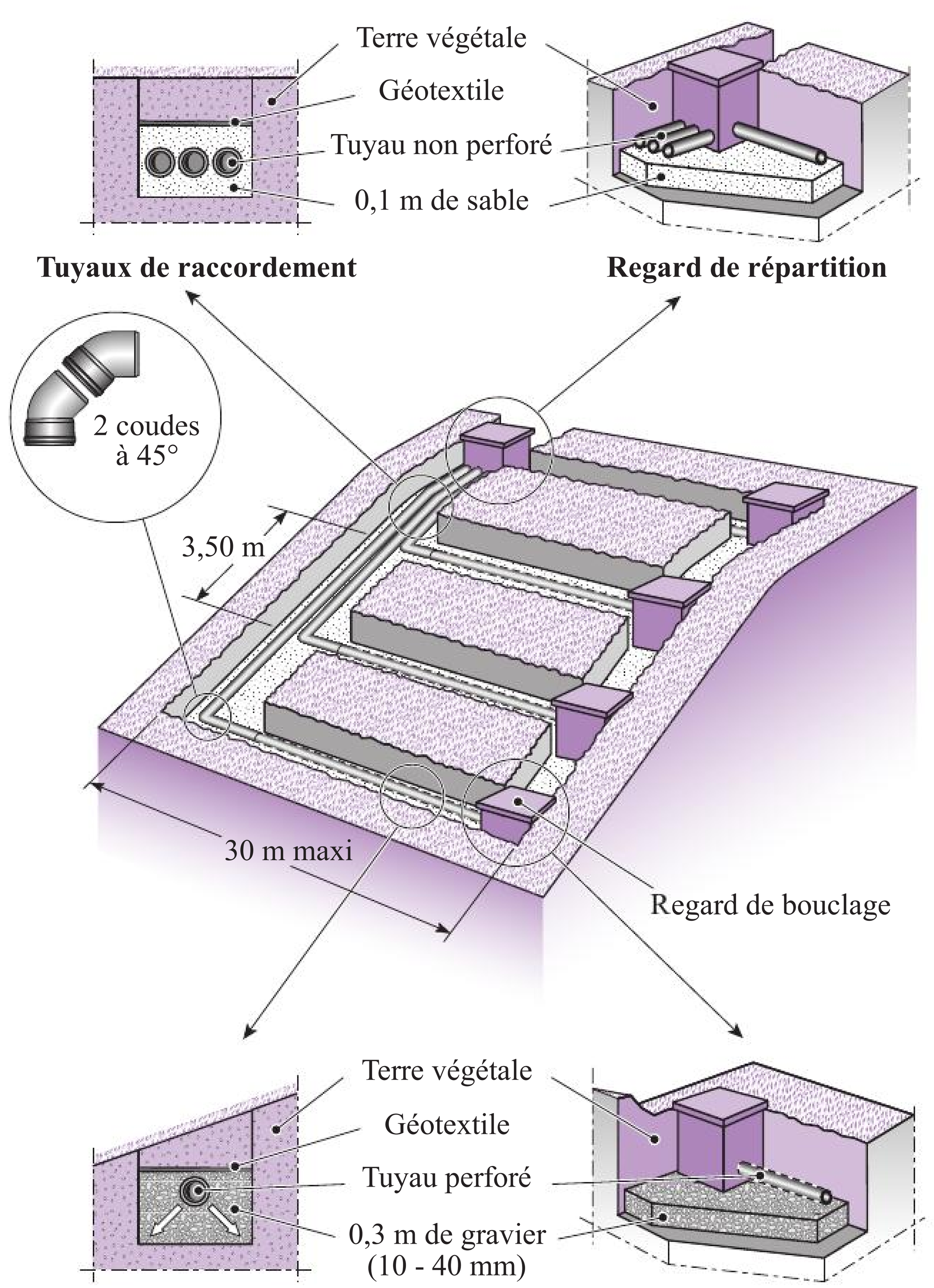
Comment ça marche

Traitements d'assainissement

Selon l'aptitude du sol à l'assainissement, le traitement utilise comme élément épuratoire le sol en place : tranchées d'infiltration à faible profondeur (a) ou en pente (b), lit d'épandage à faible profondeur (c) ; ou le sol reconstitué par du sable lavé ou de la zéolite : filtre à sable vertical non drainé (d), filtre à sable vertical drainé (e), filtre à sable horizontal drainé (f), lit à massif de zéolite (g), tertre d'infiltration (h).

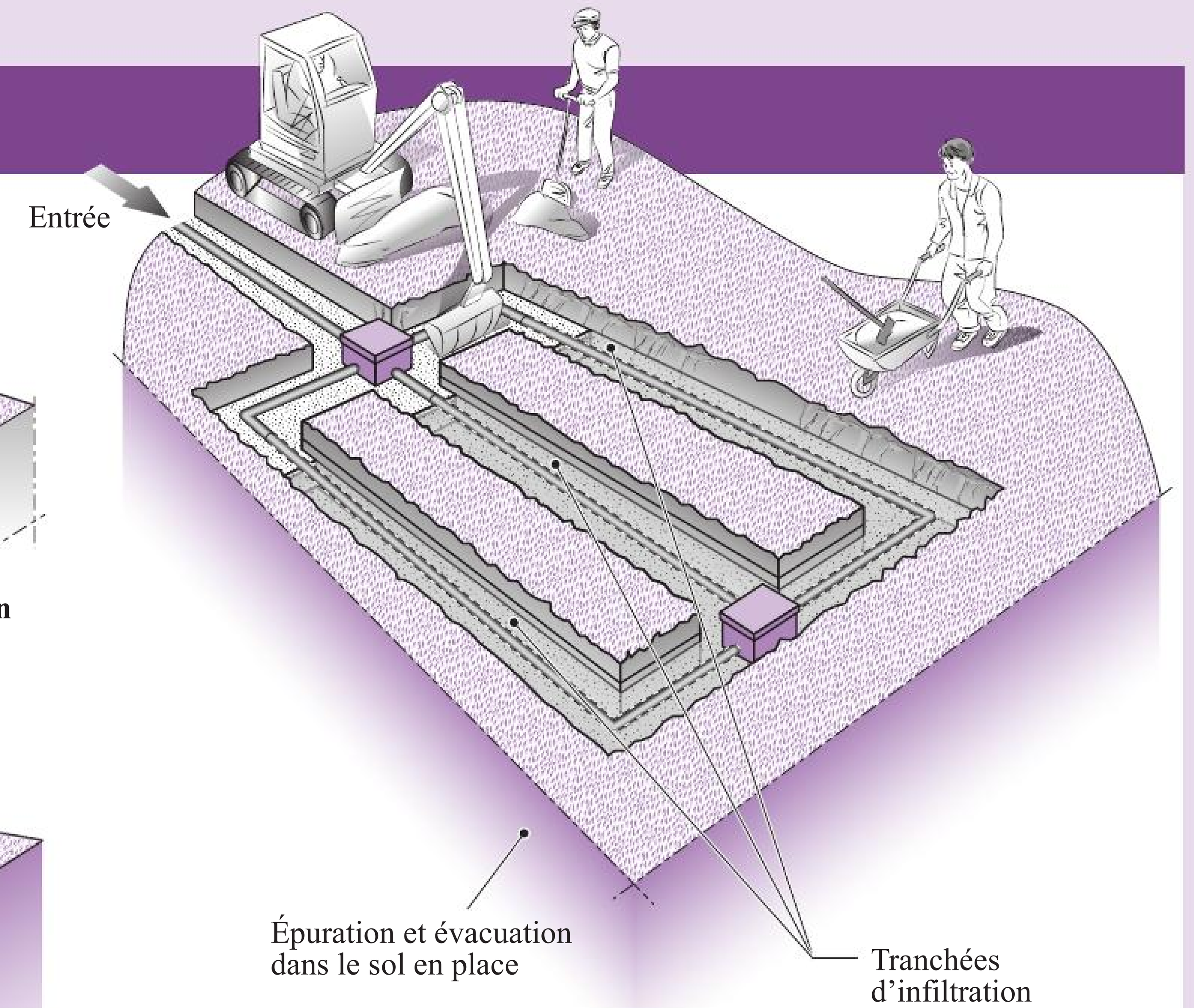
Traitement utilisant le sol en place

Le sol en place est utilisé comme un élément épurateur et un moyen de dispersion des effluents traités.



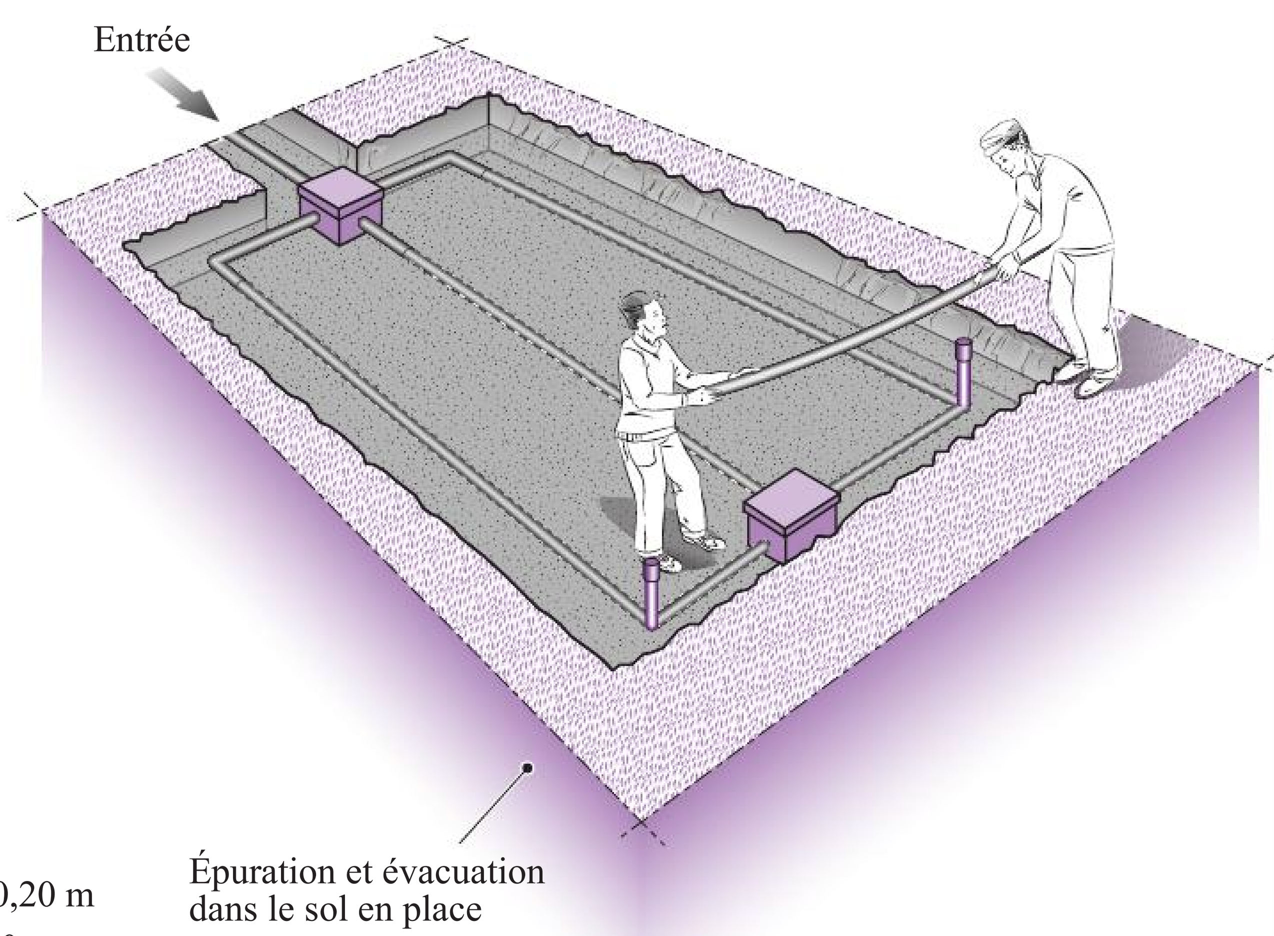
Ces tranchées d'infiltration sont situées sur des pentes comprises entre 5 et 10 %. La réalisation de ces tranchées est identique à celles réalisées en terrain plat, à l'exception de quelques particularités dues à la pente.

b Tranchées d'infiltration en pente



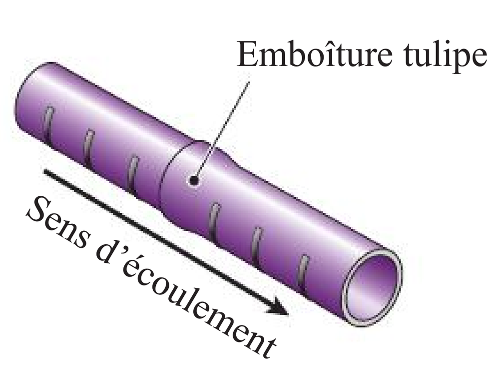
Les tranchées d'infiltration à faible profondeur sont recommandées prioritairement en assainissement non collectif. Les eaux usées prétraitées sont distribuées dans un réseau de conduites perforées disposées dans des tranchées remplies de graviers.

a Tranchées d'infiltration à faible profondeur

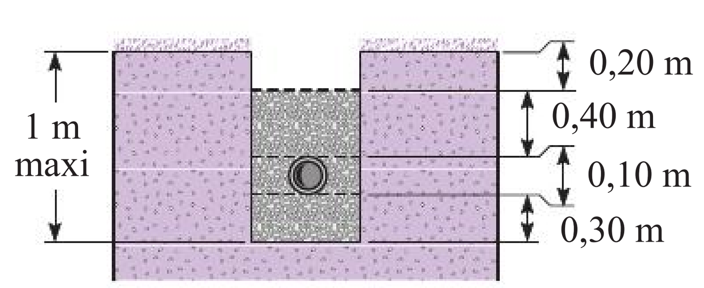


Ce dispositif remplace les tranchées d'infiltration dans le cas de sols sableux, pour lesquels la réalisation de tranchées est difficile. Les eaux usées prétraitées sont distribuées dans un réseau de conduites perforées disposées dans une fouille.

c Lit d'épandage à faible profondeur



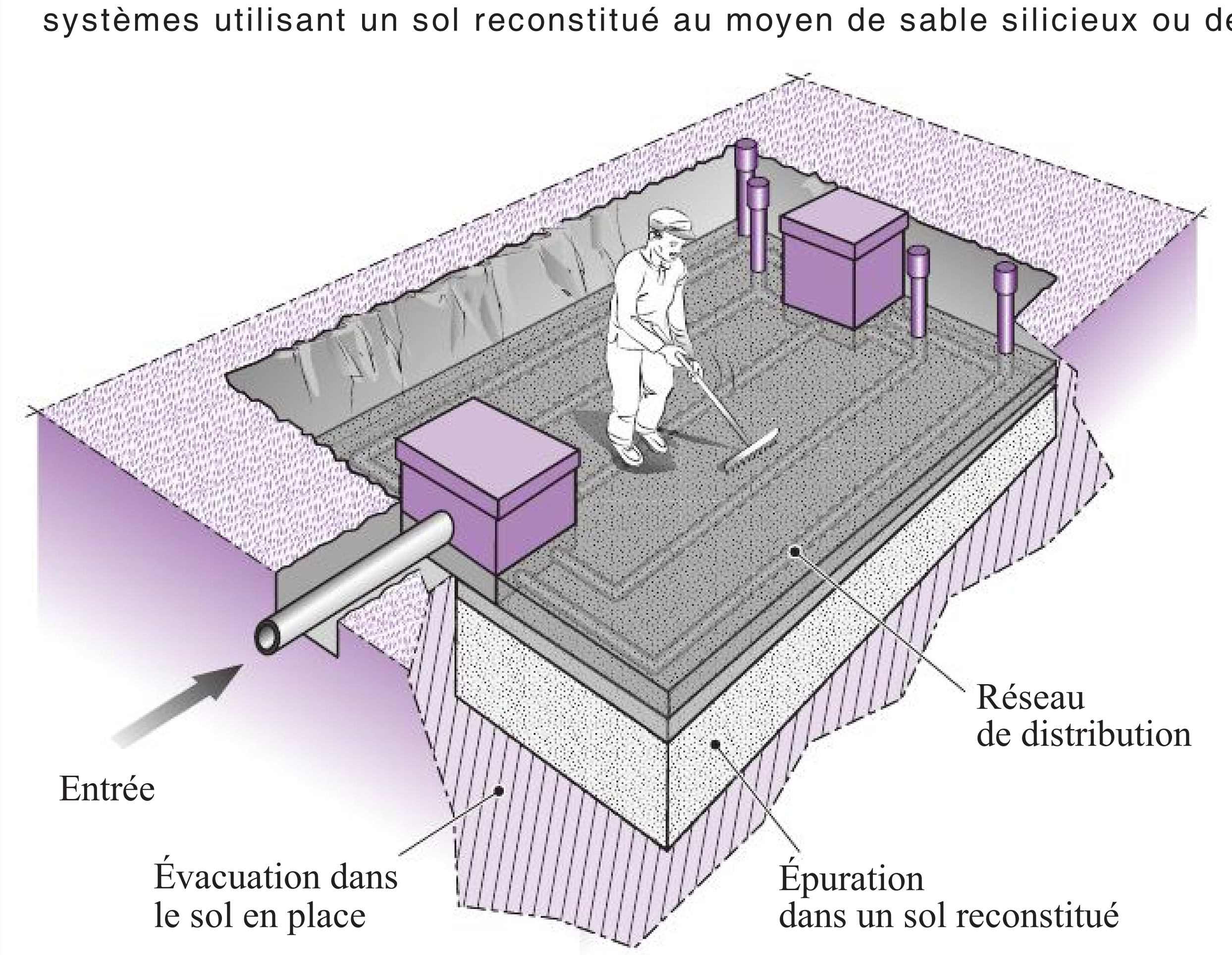
Assemblage des conduites perforées



Variante pour tranchées d'infiltration profondes

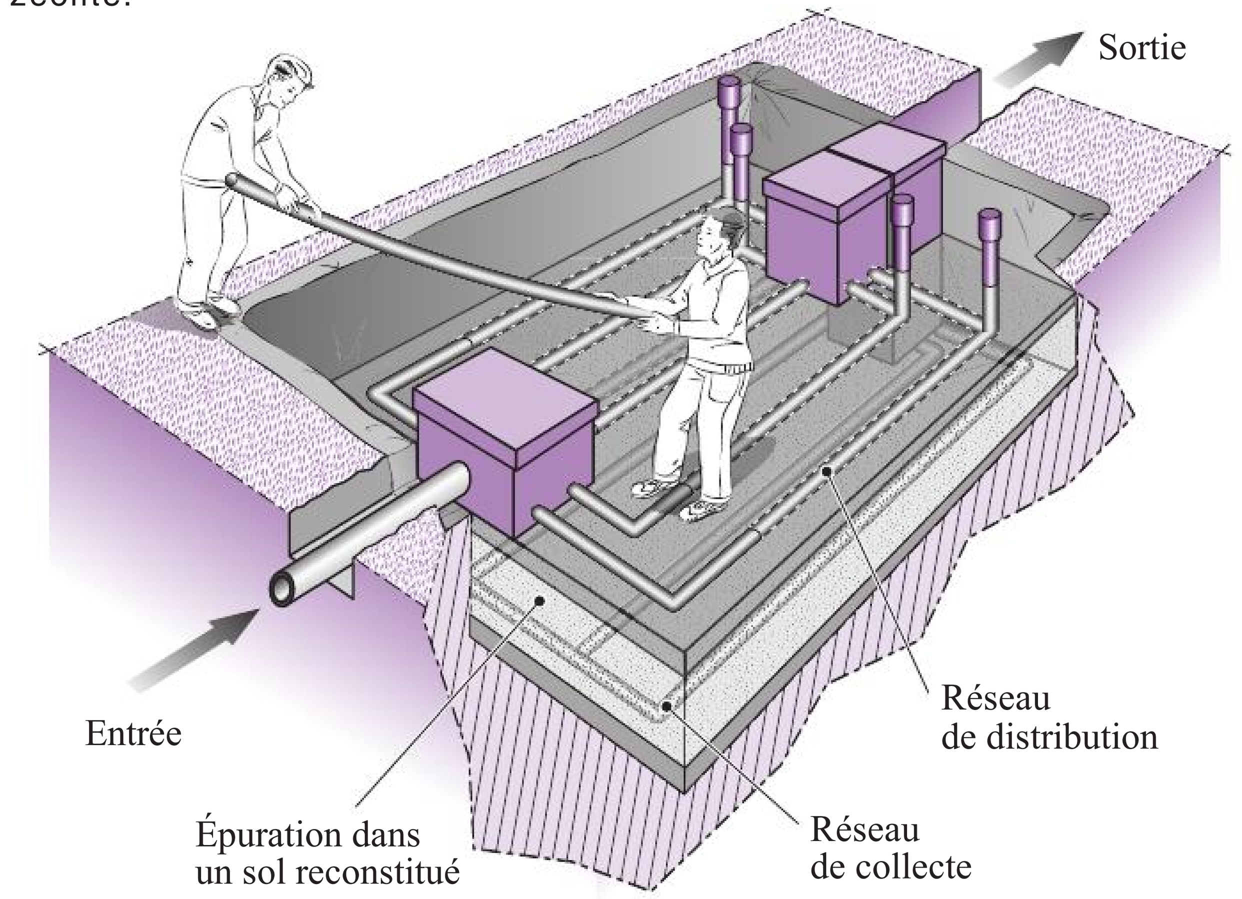
Traitement utilisant un sol reconstitué

Lorsque le sol en place est inapte à la mise en place de tranchées ou d'un lit d'épandage à faible profondeur, il faut faire appel à des systèmes utilisant un sol reconstitué au moyen de sable silicieux ou de zéolite.



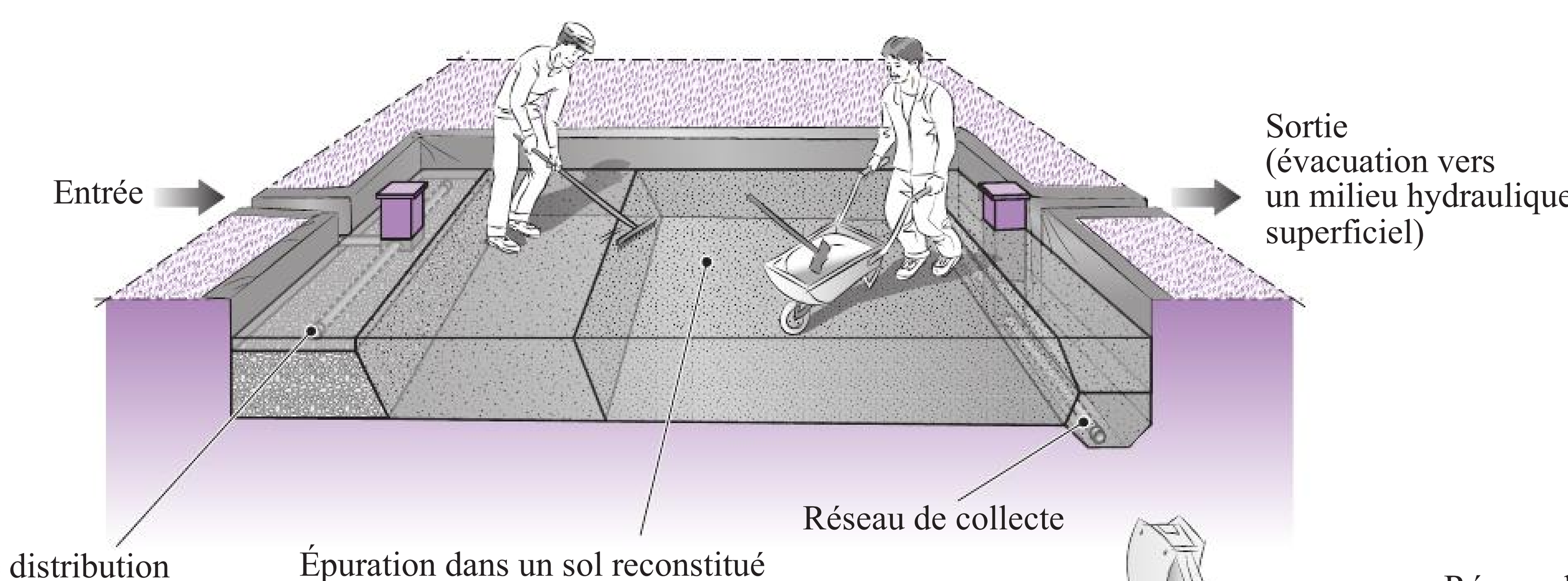
Ce dispositif est composé d'un lit de sable utilisé comme élément épurateur. Les effluents traités s'infiltrent directement dans le sol en place.

d Filtre à sable vertical non drainé



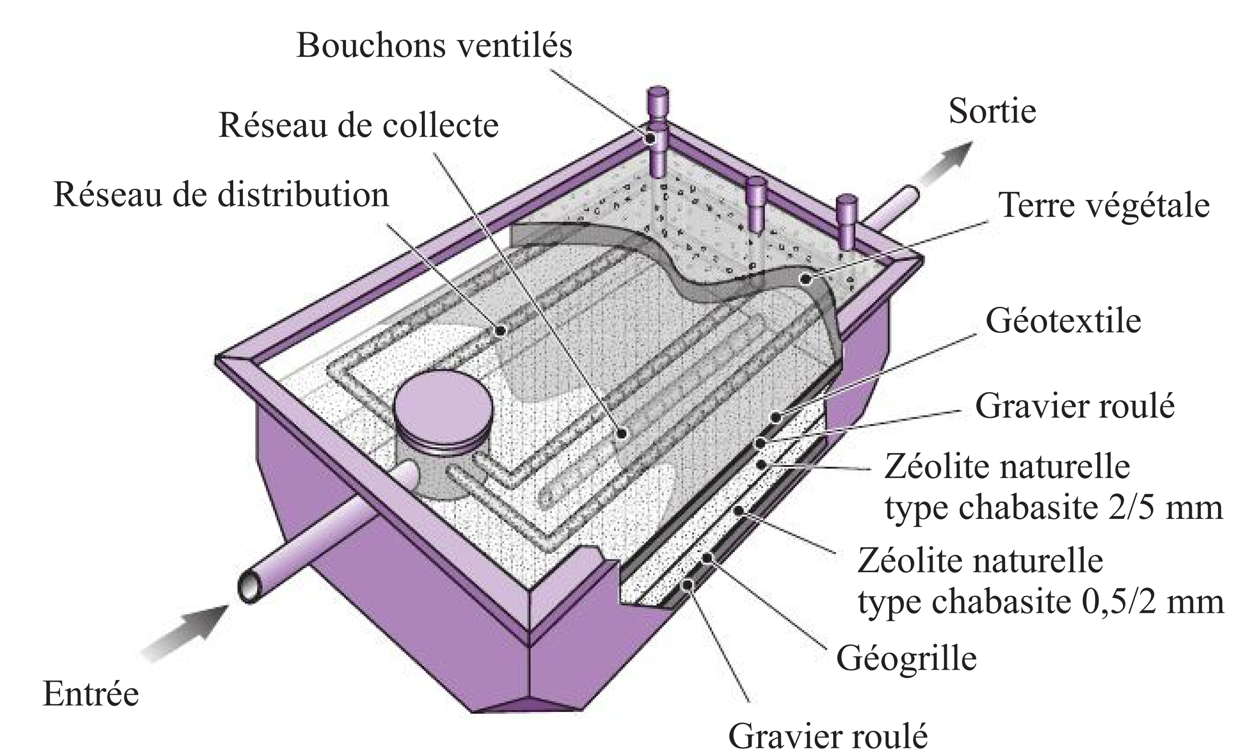
Ce dispositif est composé d'un lit de sable utilisé comme élément épurateur. Un réseau de drainage rejette les effluents traités vers le milieu superficiel ou dans le sous-sol.

e Filtre à sable vertical drainé



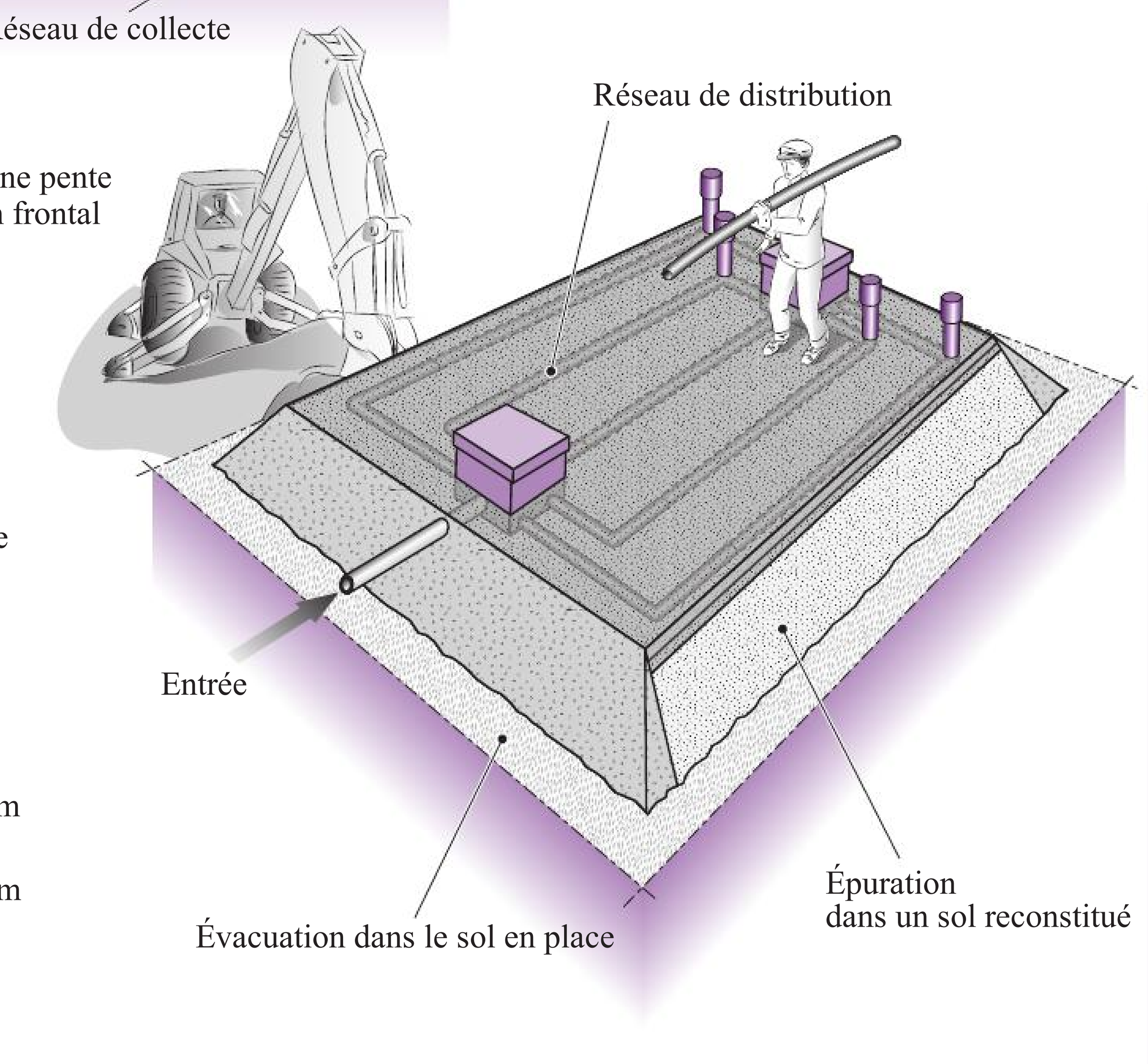
Ce dispositif est constitué d'un lit horizontal épais de 35 cm composé d'une succession de matériaux filtrants de granulométrie décroissante, le tout sur une pente motrice de 1 %. L'évacuation des eaux usées traitées est assurée par un drain frontal rejetant l'effluent vers le milieu hydraulique superficiel.

f Filtre à sable horizontal drainé



Ce type de filtre est composé d'un matériau filtrant à base de zéolite naturelle du type chabasite, placé dans une coque étanche.

g Lit à massif de zéolite



Ce dispositif hors sol est constitué d'un massif sableux utilisé comme élément épurateur. Les effluents traités s'infiltrent directement dans le sol en place.

h Tertre d'infiltration

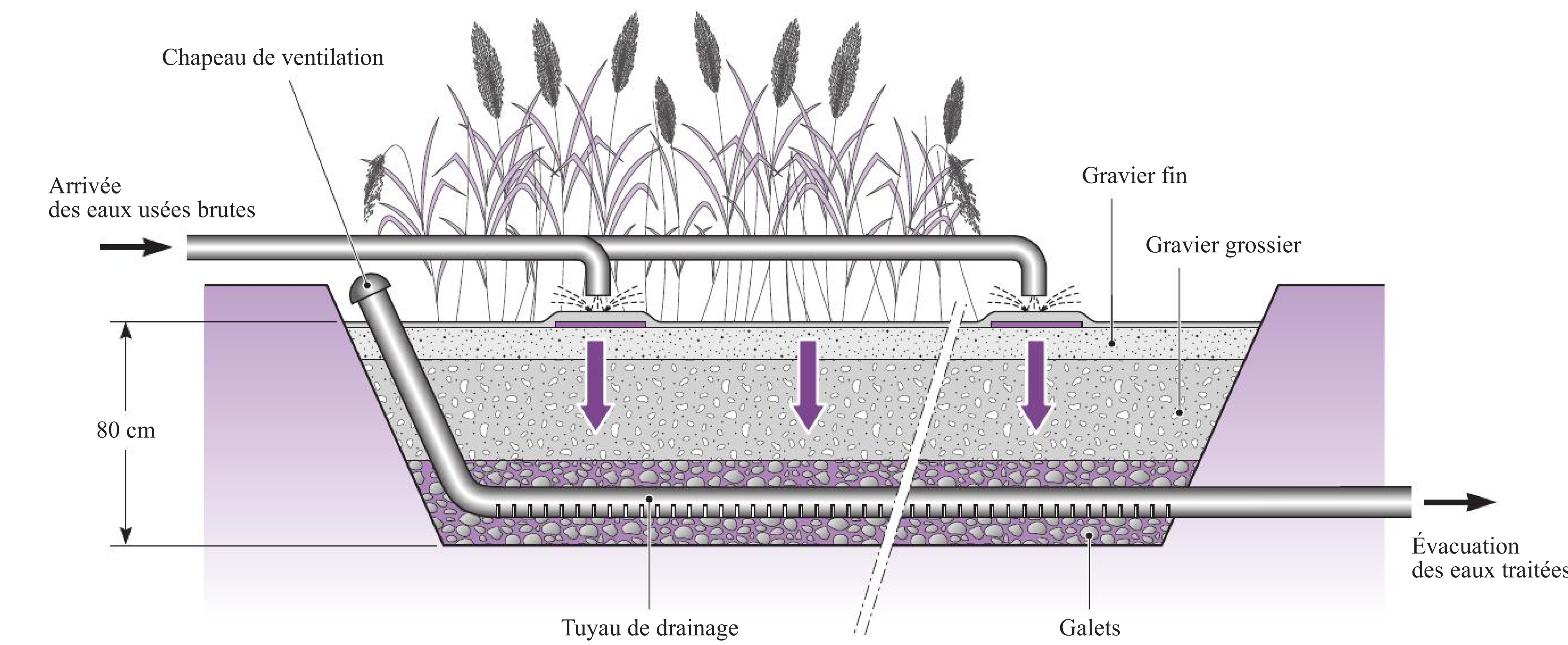
Comment ça marche

Filtres plantés de roseaux

La technique des filtres plantés de roseaux utilisée pour le traitement des eaux domestiques est une alternative écologique aux systèmes conventionnels. Son fonctionnement repose sur le phénomène d'auto-épuration naturel des roseaux. Leur système racinaire et le substrat des massifs filtrants créent un milieu favorable à l'activité biologique et au développement de micro-organismes épurateurs. La pollution est naturellement dégradée par la microflore bactérienne qui en résulte. Une fois épurées, les eaux sont rejetées dans le milieu hydraulique superficiel ou dans le sol.

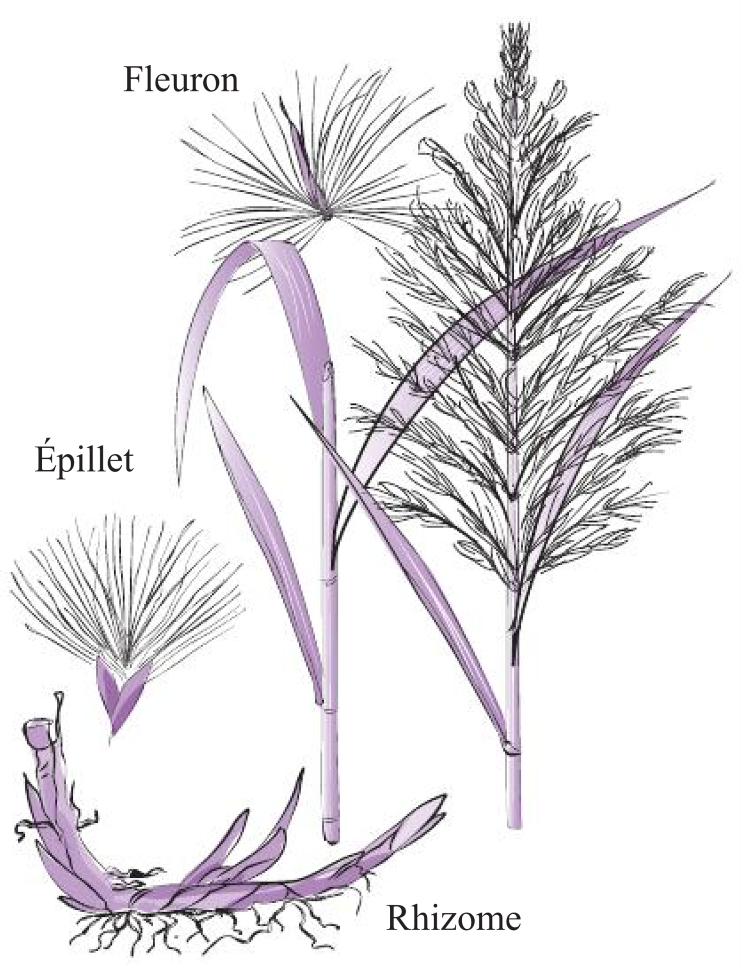
Principe d'un filtre à écoulement vertical

Le procédé épuratoire d'un filtre à écoulement vertical consiste à alimenter, en surface du filtre, des eaux usées brutes qui percolent verticalement dans un milieu granulaire sur lequel s'est développée une biomasse épuratoire. Ces filtres acceptent les eaux brutes sans traitement primaire ou décantation préalable. Leur intégration dans le paysage en fait une filière particulièrement appréciée par les maîtres d'ouvrage.



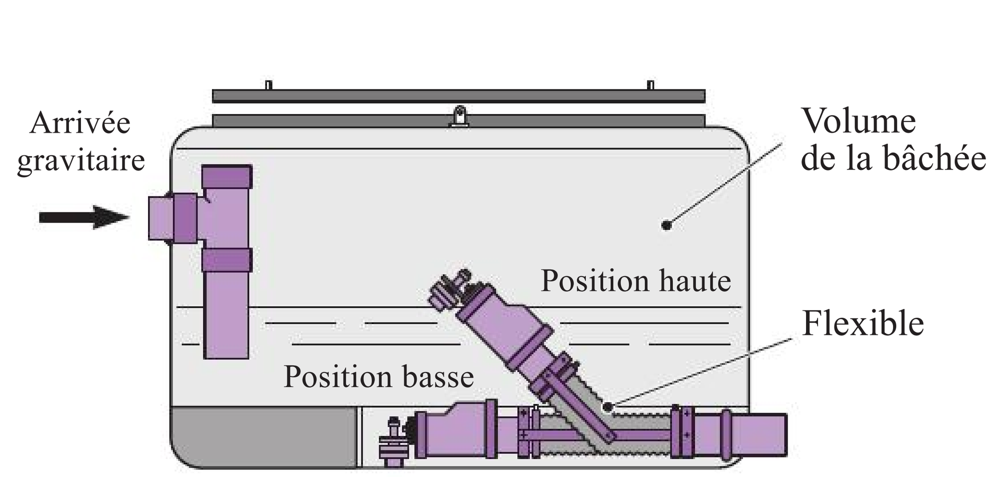
Roseaux

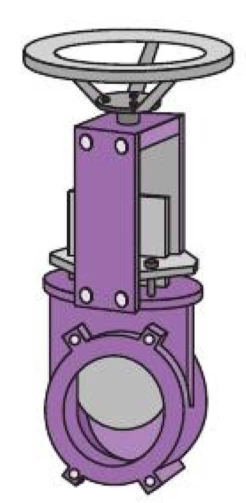
Les roseaux présentent des adaptations physiologiques leur permettant de s'adapter aux milieux humides et anoxiques. Outre leur aspect esthétique, ils participent à la dégradation des matières organiques des eaux usées.



Dispositif d'alimentation

Le dispositif d'alimentation des filtres plantés à écoulement vertical est l'élément clé du fonctionnement épuratoire des filtres. L'ensemble du dispositif d'alimentation comprend trois organes distincts se succédant au fil de l'eau.

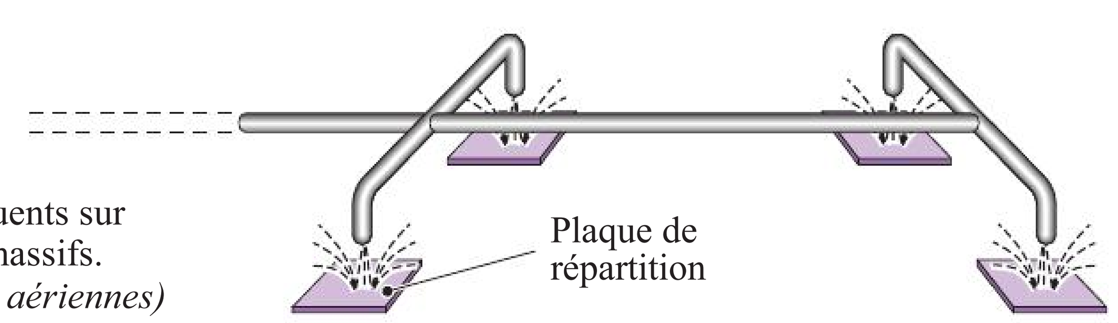




Ouvrage d'alimentation par bâchée
Il assure la répartition de l'effluent sur le massif grâce à une charge hydraulique importante. *(exemple : chasse pendulaire)*

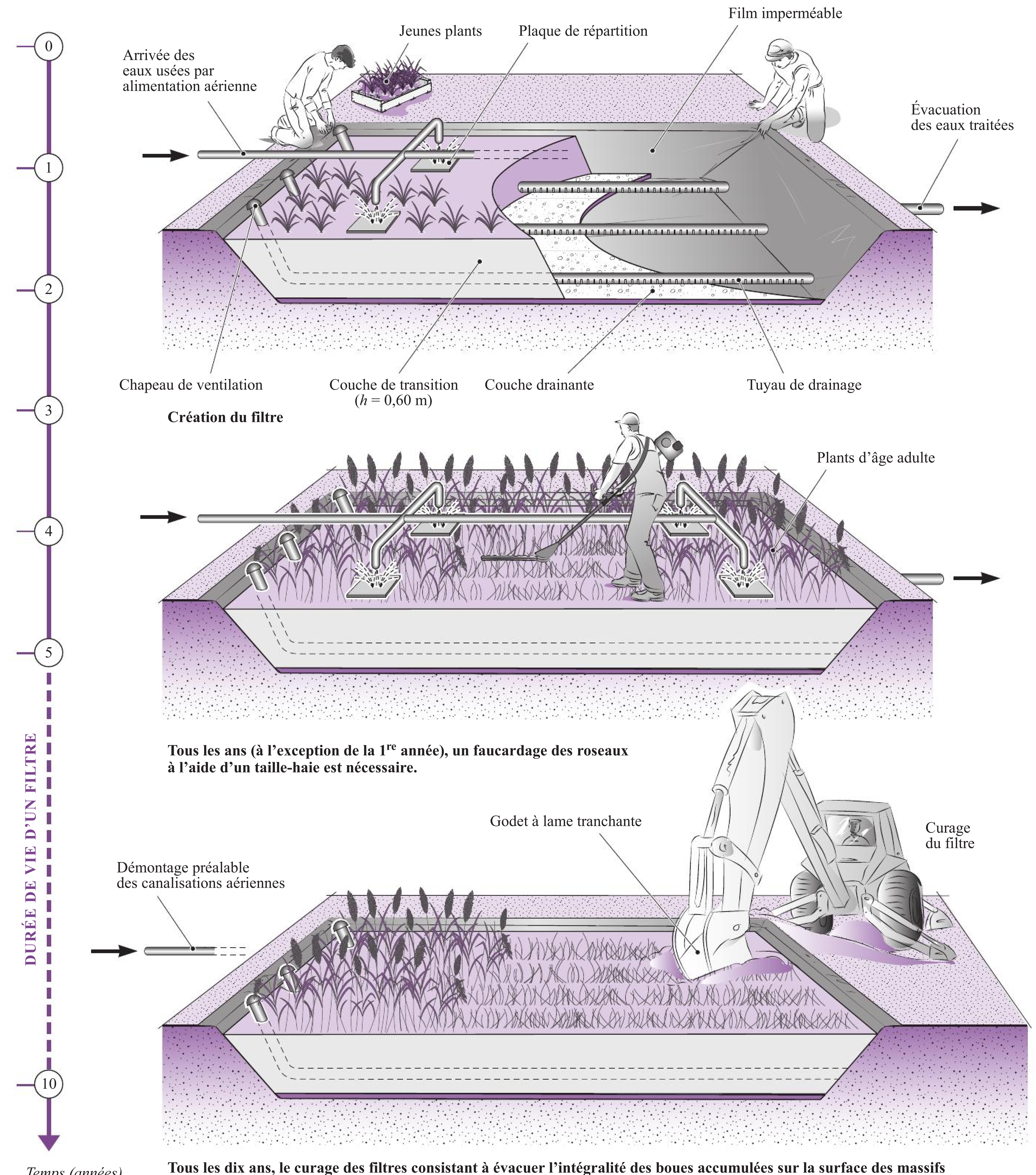
Ouvrage d'alimentation par alternance
Il permet de sélectionner le filtre destiné à être utilisé. *(exemple : vanne à volant)*

Ouvrage de répartition
À chaque bâchée, il répartit de manière homogène les effluents sur l'ensemble de la surface des massifs. *(exemple : système de rampes aériennes)*



Éléments d'un filtre à écoulement vertical

Le réseau de distribution est aérien à écoulement gravitaire, les diffuseurs ponctuels assurant une répartition homogène. À l'aplomb de chaque diffuseur est disposée une plaque anti-affouillement amovible en béton, appelée « plaque de répartition ». Les effluents traités sont récupérés au fond du filtre à l'aide de drains perforés. Ils sont munis à l'une des extrémités d'évents favorisant l'oxygénation du filtre et permettant d'inspecter et de curer les drains d'évacuation.



Création du filtre

Tous les ans (à l'exception de la 1re année), un faucardage des roseaux à l'aide d'un taille-haie est nécessaire.

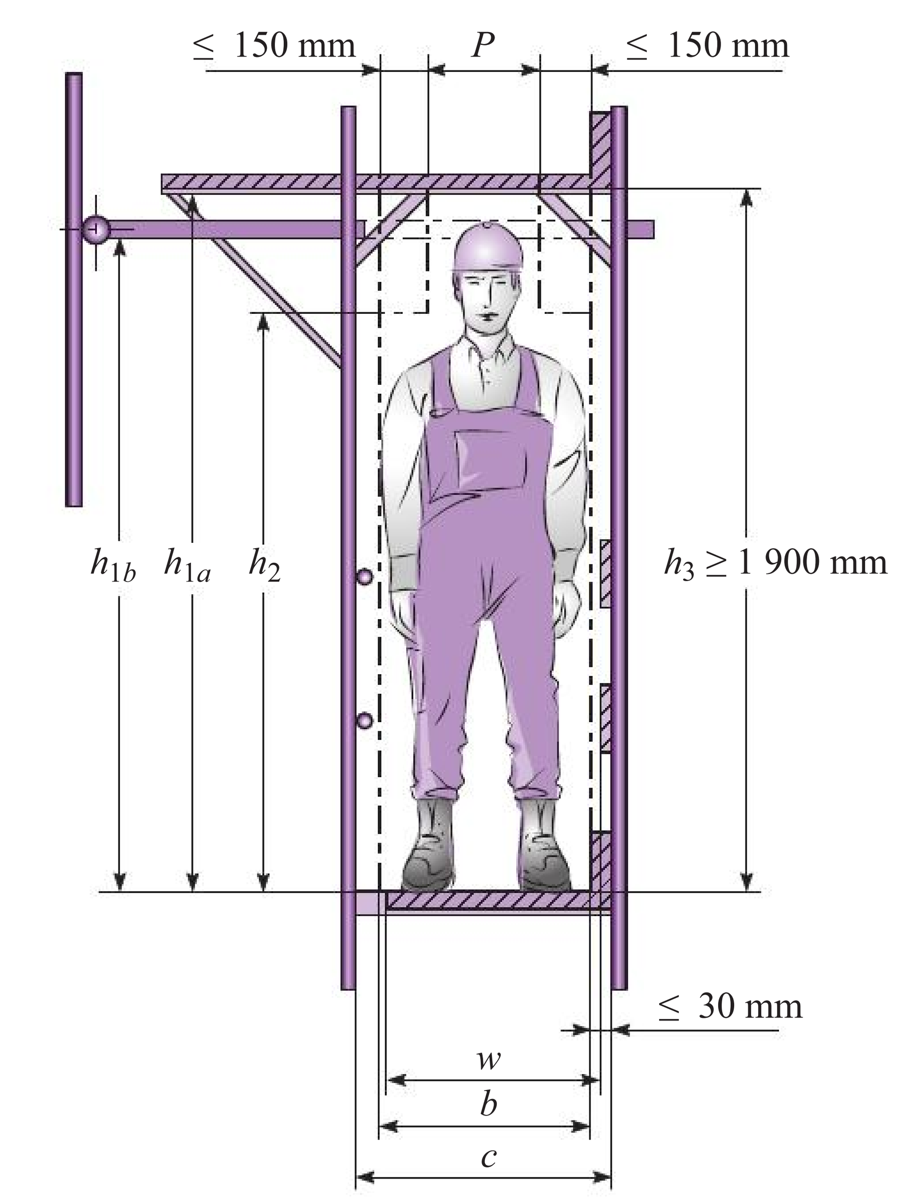
Tous les dix ans, le curage des filtres consistant à évacuer l'intégralité des boues accumulées sur la surface des massifs de filtration est nécessaire. La repousse des roseaux s'effectue naturellement grâce aux rhizomes laissés en place.

Échafaudages et plateformes

Un échafaudage est un équipement de travail provisoire composé d'éléments préfabriqués montés en vue de constituer des postes de travail en hauteur, de permettre l'accès à ces postes et d'acheminer les matériaux et outils nécessaires à la réalisation des travaux. Ce matériel modulaire est adaptable aux ouvrages ; il est utilisé pour les chantiers de gros œuvre, de second œuvre et très couramment en réhabilitation.

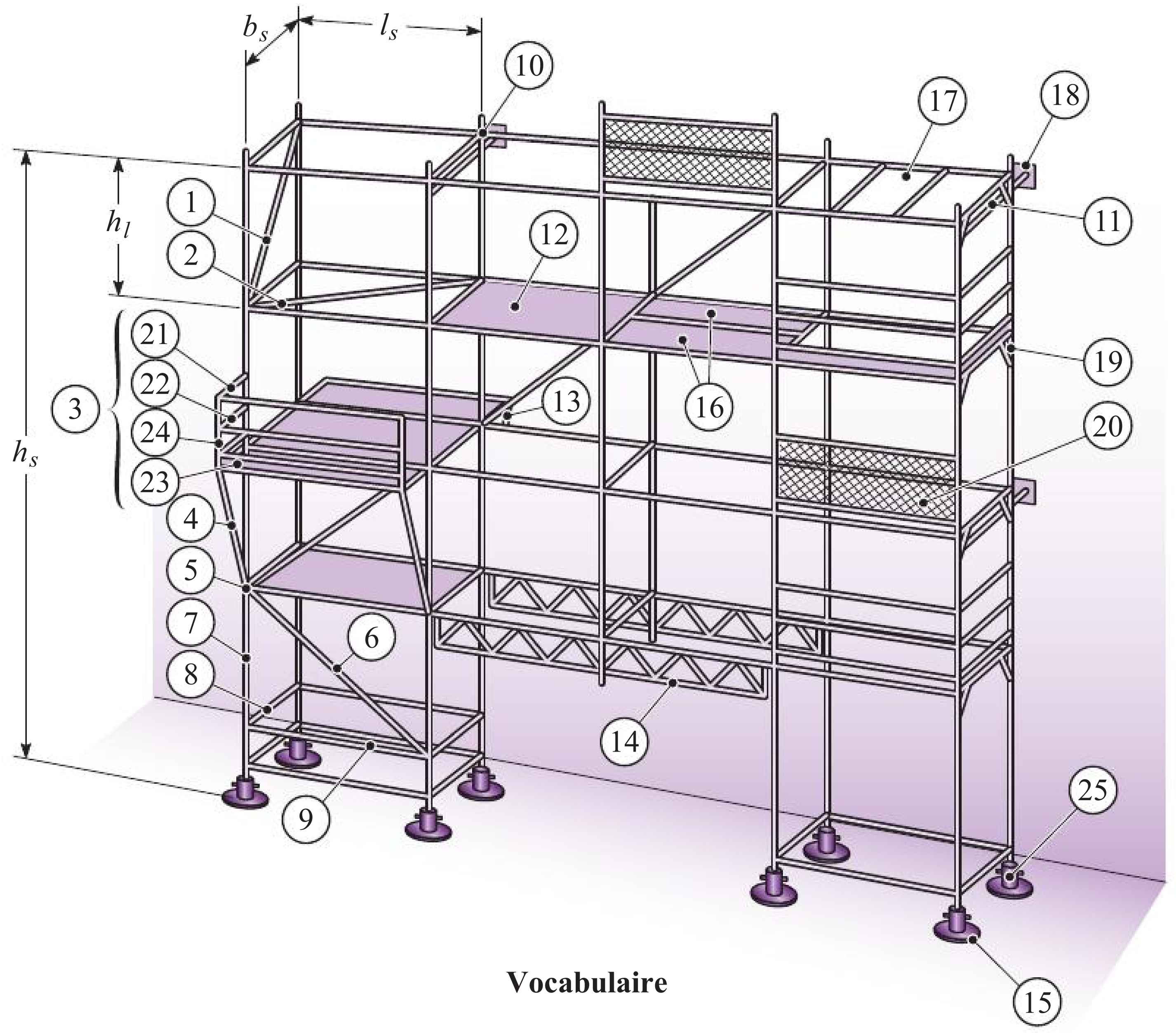
Dimensions et ancrages

Les pièces des échafaudages constituent la structure (poteaux, traverses, poutres, etc.), assurent la stabilité (contreventements verticaux et horizontaux, amarrages, etc.) et la sécurité individuelle (lisses, treillis de protection, trappes, etc.).



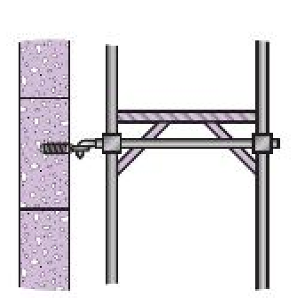
b - espace libre de passage, $b \geq$ maxi {500 mm ; c – 250 mm}
c - distance libre entre poteaux
h_{1a}, h_{1b} - hauteur libre dégagée entre surfaces de travail et traverses ou amarrages respectivement
h_2 - hauteur à hauteur d'épaule
h_3 - hauteur libre entre surfaces de travail
p - largeur de l'espace avec hauteur libre $p \geq$ maxi {300 mm ; c – 450 mm}
w - largeur de la surface de travail

Dimensions des surfaces de travail

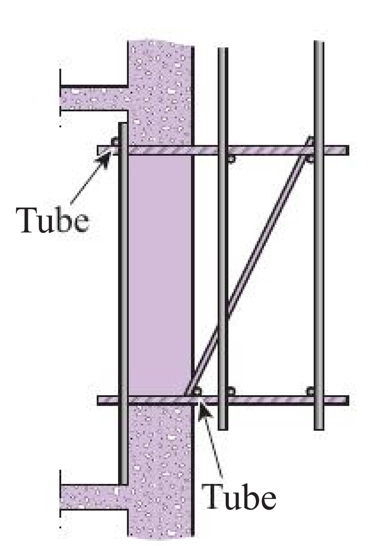


Vocabulaire

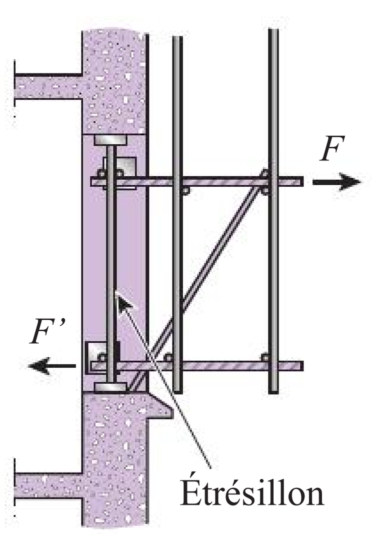
h_s - hauteur de l'échafaudage
h_l - hauteur de l'étage
b_s - largeur de travée
l_s - longueur de travée
1 - contreventement dans le plan vertical (diagonale dans le plan transversal)
2 - contreventement dans le plan horizontal
3 - protection latérale
4 - console
5 - nœud
6 - contreventement dans le plan vertical (diagonale dans le plan longitudinal)
7 - poteau
8 - traverse
9 - lisse
10 - raccord
11 - amarrage
12 - plancher
13 - console
14 - poutre de franchissement
15 - semelle
16 - plateau
17 - cadre horizontal
18 - ancrage
19 - cadre vertical
20 - treillis de protection
21 - lisse principale
22 - lisse intermédiaire de garde-corps
23 - plinthe
24 - potelet
25 - socle réglable



Ancrage par chevilles dans la façade



Ancrage des consoles par des tubes en appui de part et d'autre d'une baie



Ancrage des consoles par des étrésillons fixés dans une baie

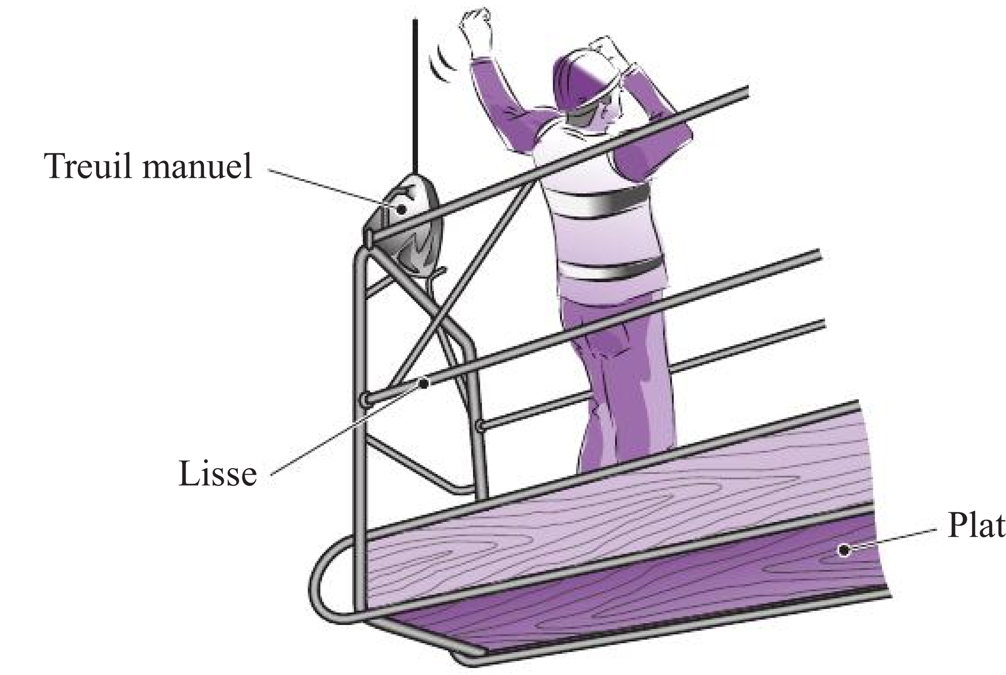
Ancrage sur la façade



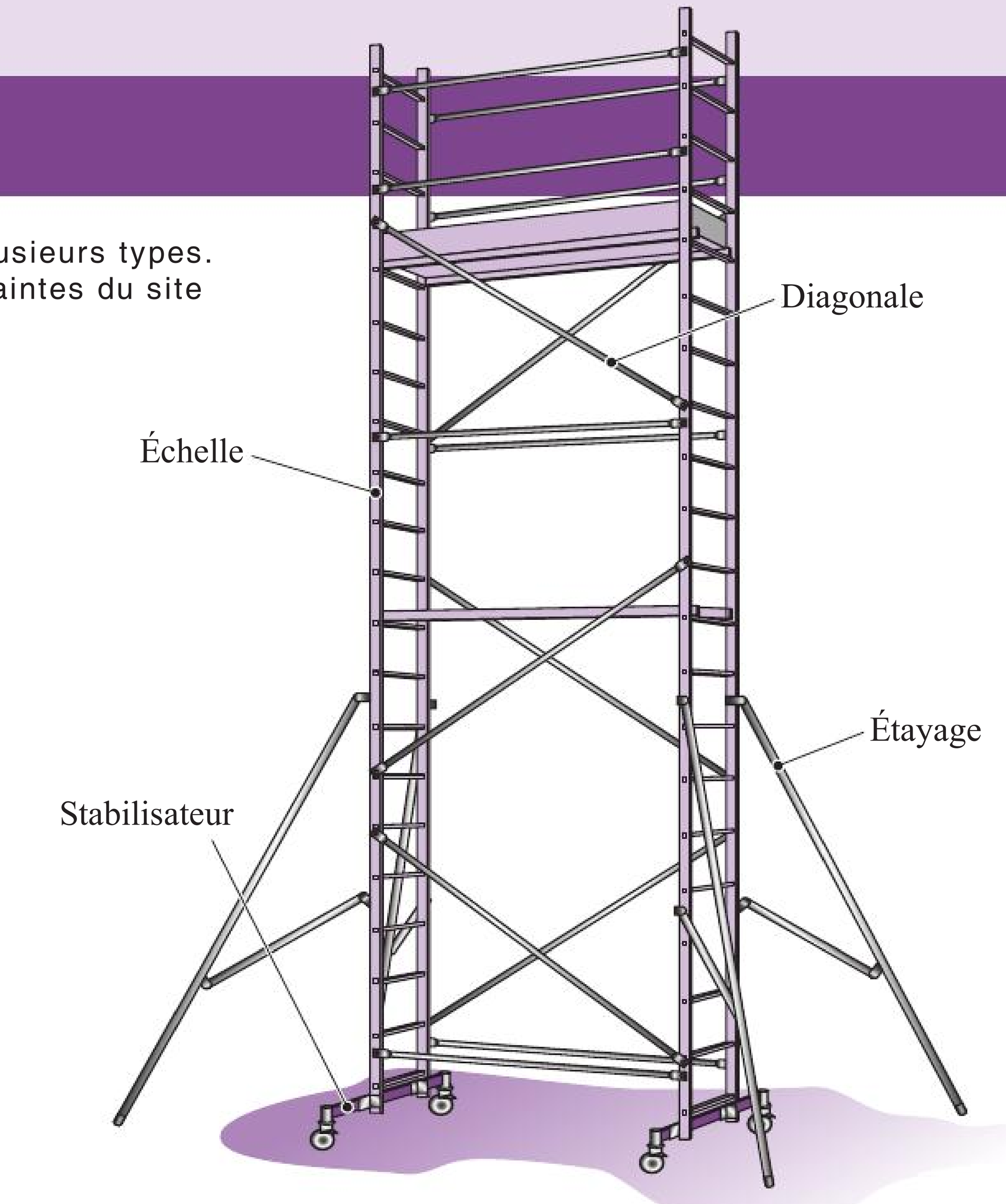
Signalisation au niveau de la rue

Catégories d'échafaudages et de plateformes

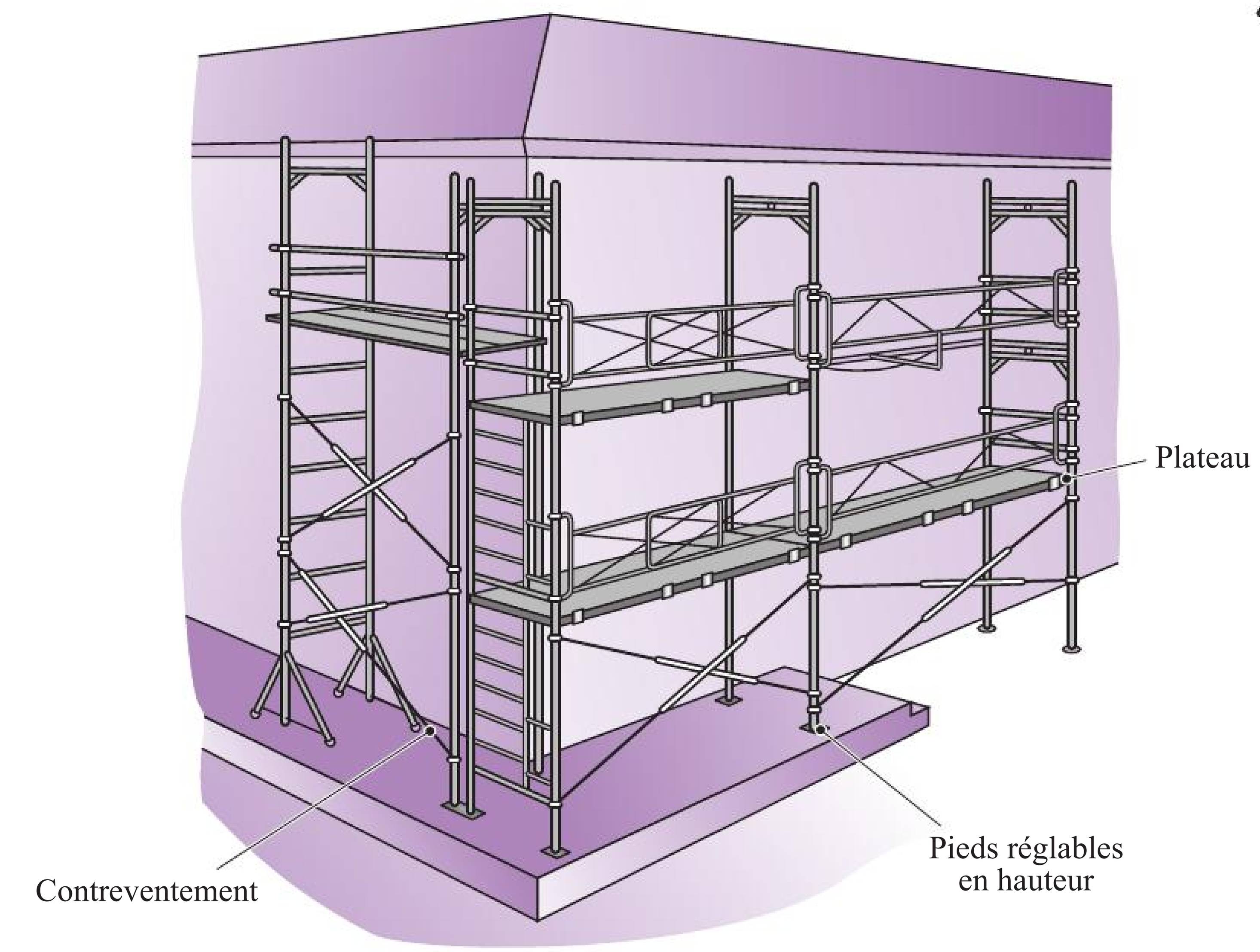
Les matériels d'échafaudage utilisés dans la construction se répartissent en plusieurs types. Le choix du matériel s'effectue en fonction de l'analyse des besoins, des contraintes du site et des aspects ergonomiques (poids des éléments, circulations, etc.).



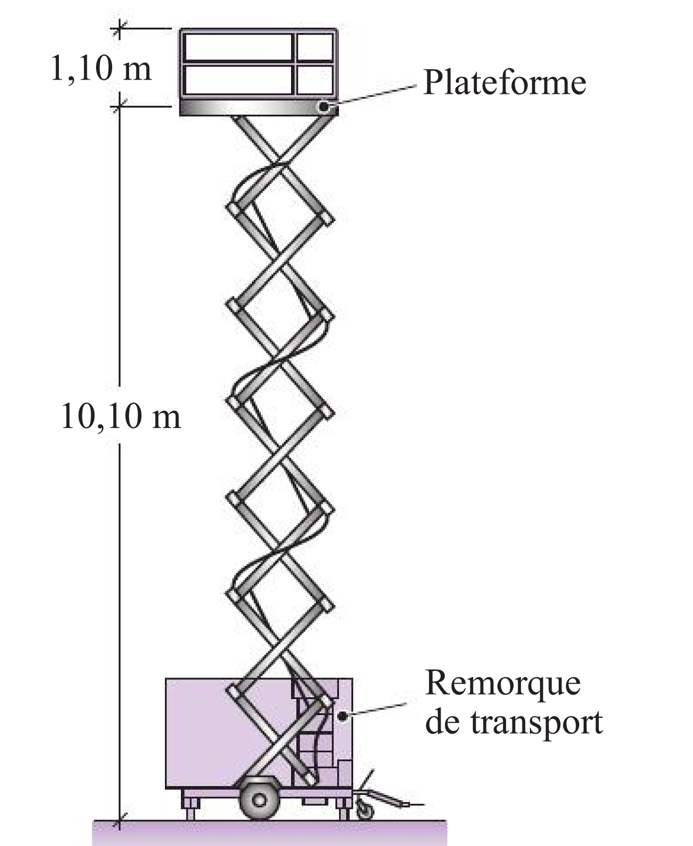
Plateforme de travail suspendue



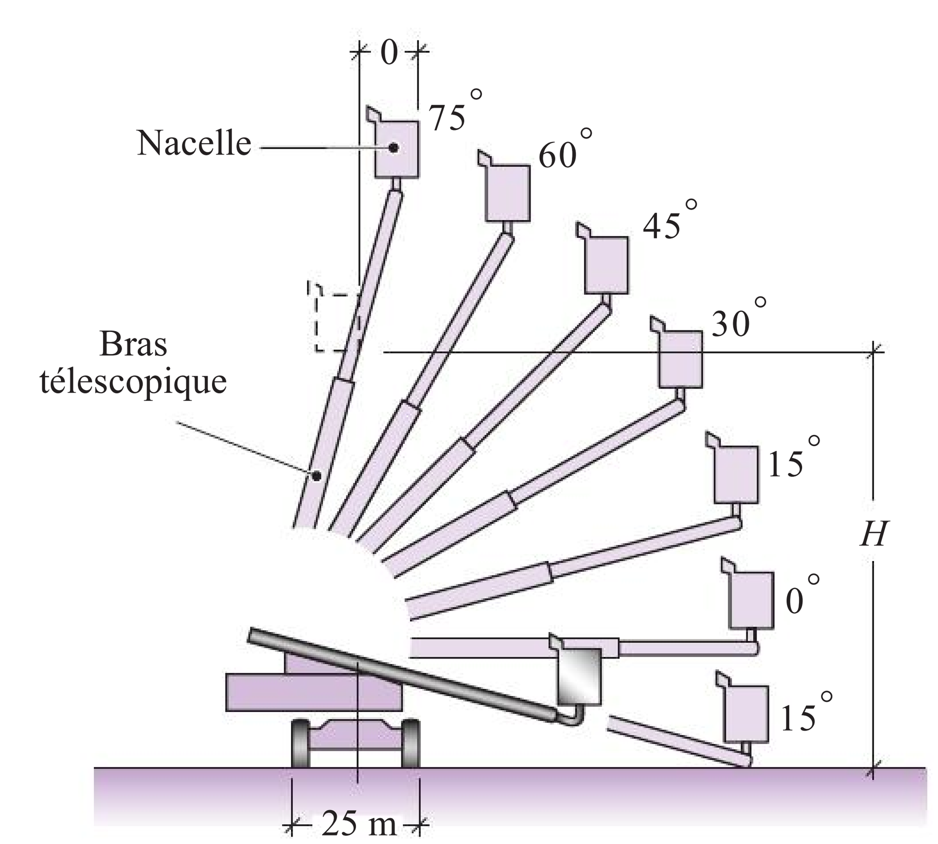
Échafaudage roulant limité à 8 m de hauteur en extérieur



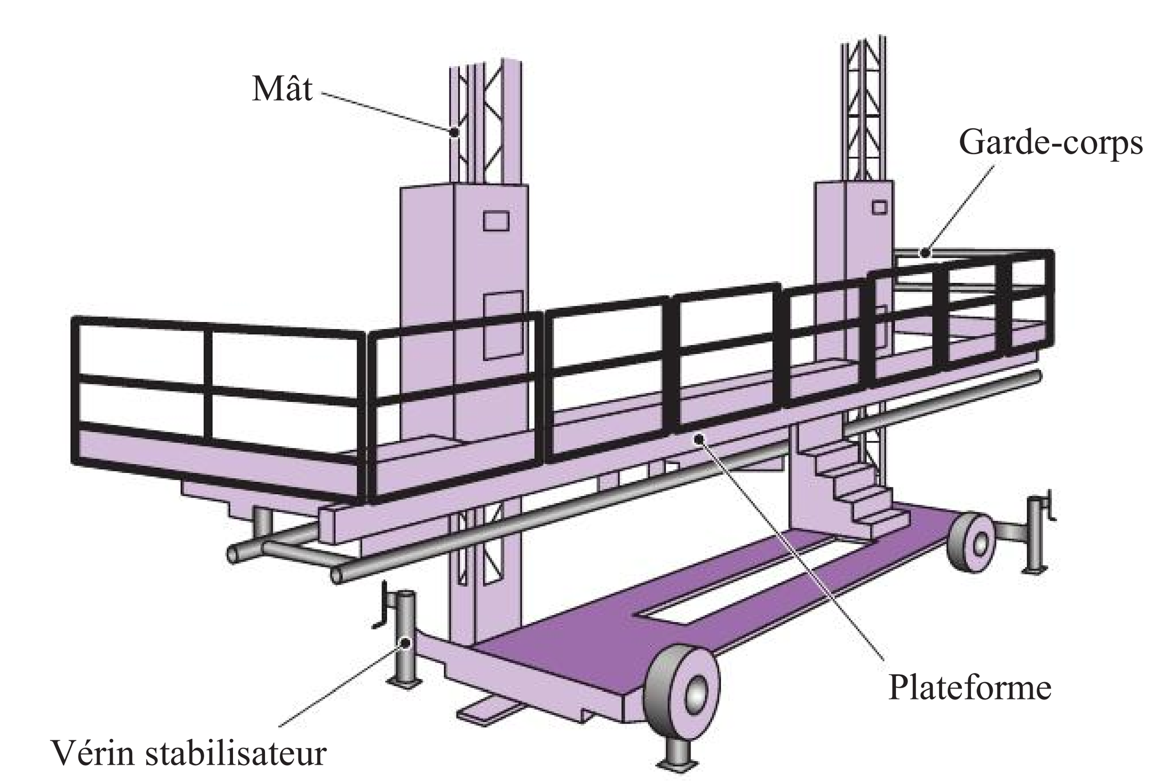
Échafaudage de pied sans limite de hauteur



Plateforme élévatrice mobile de personnel (PEMP) non automotrice à élévation verticale à ciseaux



PEMP à élévation multidirectionnelle automotrice



Plateforme de travail sur mâts

Équipements de protection individuelle

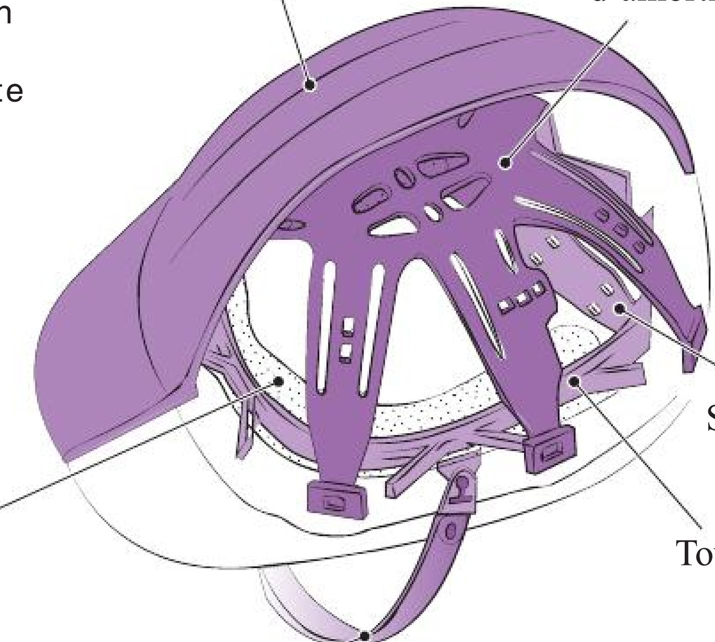
Comment ça marche

L'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI) permet de protéger efficacement les ouvriers. Longtemps perçus comme une contrainte, voire une entrave au déroulement du travail, ils ont évolué grâce aux nouvelles technologies. La prise de conscience d'une nécessité de protection reste lente au sein des entreprises. Poutant, en cas d'accident mortel, la responsabilité pénale de l'employeur peut être engagée.



Protection de la tête

Le casque protège la tête contre les chocs provoqués par les chutes d'objets. En polyéthylène, il comprend une aération et une molette permettant le réglage du tour de tête.



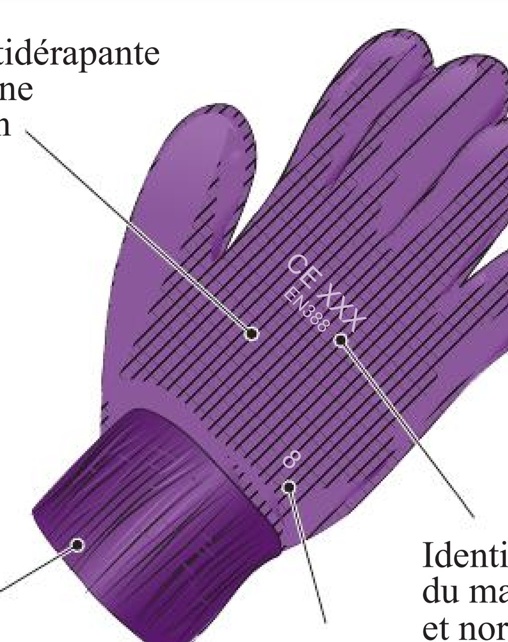
Protection des yeux

Les lunettes protègent les yeux contre les projections solides ou liquides. Les montures légères en polycarbonate s'adaptent à toutes les morphologies. Le verre minéral trempé offre une grande résistance à l'abrasion et aux rayures.



Protection des mains

Quel que soit le travail à effectuer, les mains doivent être protégées contre les risques mécaniques. Les gants prévus à cet effet doivent être adaptés à la tâche et au chantier. En protection contre le risque chimique, la matière des gants dépendra du produit utilisé.



Protection auditive

Les protections auditives permettent de diminuer le niveau sonore en dessous de 80 dB, maximum autorisé. Ce niveau ne doit jamais descendre en dessous de 65 dB, afin de laisser entendre les voix. Les bouchons d'oreilles se placent dans le conduit auditif. Les casques à atténuation sonore comportent un système qui module l'acoustique lorsque le bruit augmente.



Casque



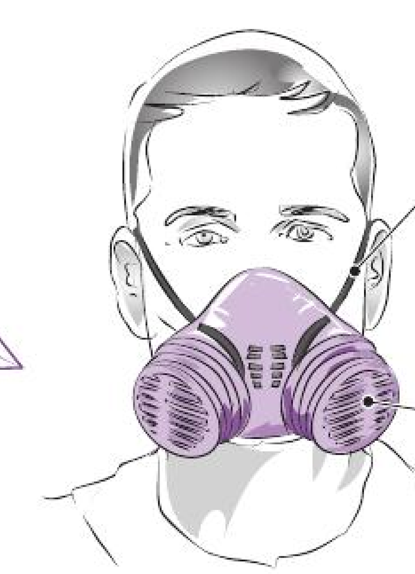
Bouchons d'oreille

Protection respiratoire

Le masque respiratoire protège des risques d'inhalation de particules, de poussières ou d'aérosols, mais aussi de gaz ou de vapeurs toxiques pour les masques à cartouche les plus sophistiqués.
Le masque antipoussière jetable suffit pour l'exécution des travaux courants.



Masque antipoussière jetable



Demi-masque équipé de filtres



Masque complet équipé d'un filtre

Protection des pieds

Les chaussures de sécurité protègent des chutes d'objets et du transpercement de la semelle. Elles sont à tige haute et hydrofuges pour une meilleure protection.
La semelle est en polyuréthane double densité ou en caoutchouc. L'embout de protection en matériaux composites résiste à la chute d'un poids de 20 kg tombant d'une hauteur de 1 m.

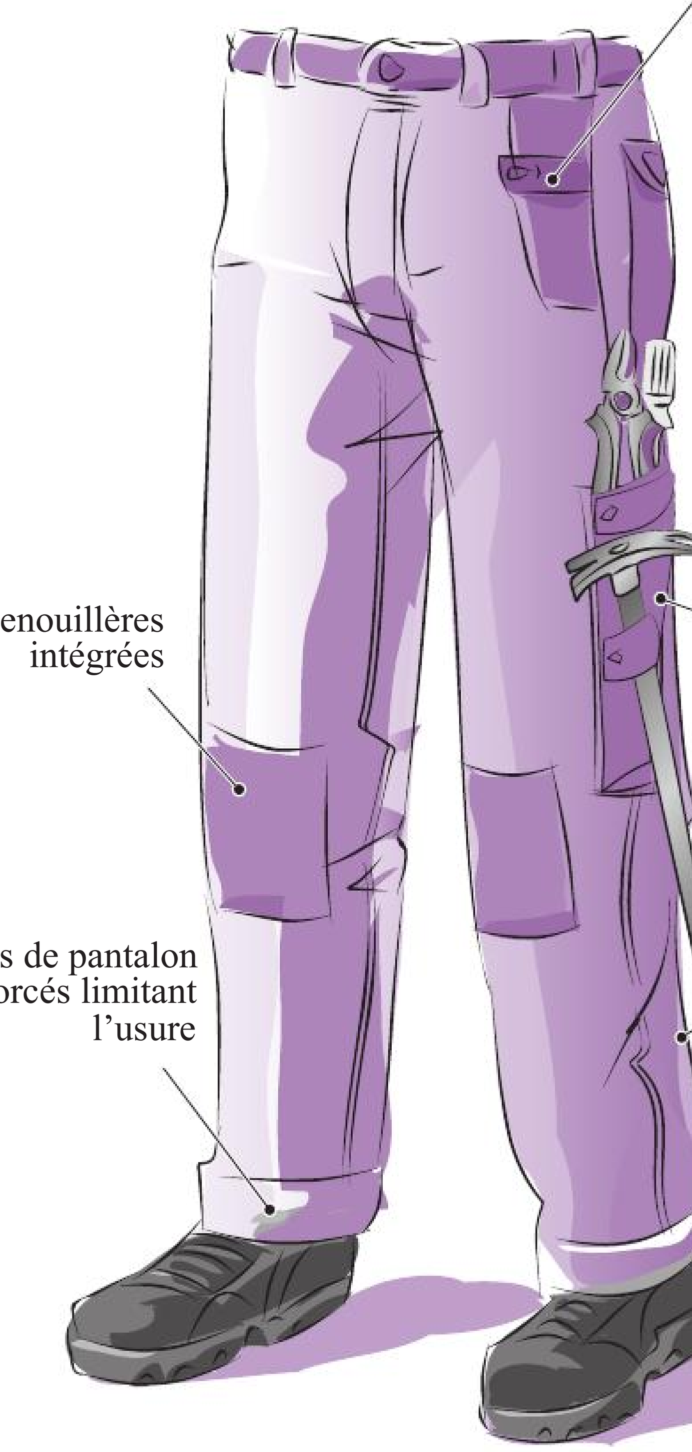


Protection du corps

Le choix des vêtements de protection dépend des risques encourus par l'utilisateur. Ils doivent être conformes aux normes ; les vestes de travail doivent répondre en particulier à des critères de haute visibilité.



Veste haute visibilité



Pantalon de travail

Second œuvre



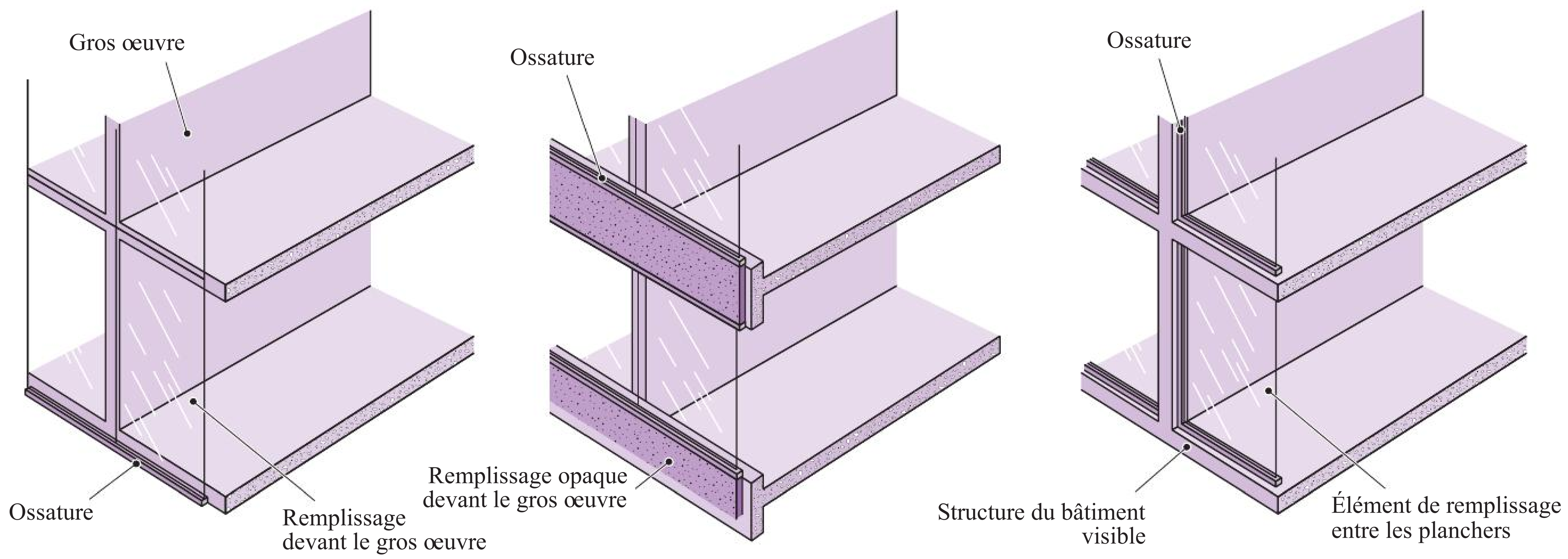
Façades légères

Comment ça marche

Les façades légères, également appelées murs ou façades rideaux, sont composées d'éléments d'ossature verticaux et horizontaux assemblés et ancrés sur la structure d'un bâtiment. Des remplissages opaques ou des vitrages fixés sur ces ossatures constituent une enveloppe continue et légère qui, à elle seule ou en jonction avec la construction, assure les fonctions d'un mur extérieur. Elle ne contribue pas à la stabilité de la structure du bâtiment.

Façade rideau, semi-rideau ou panneau

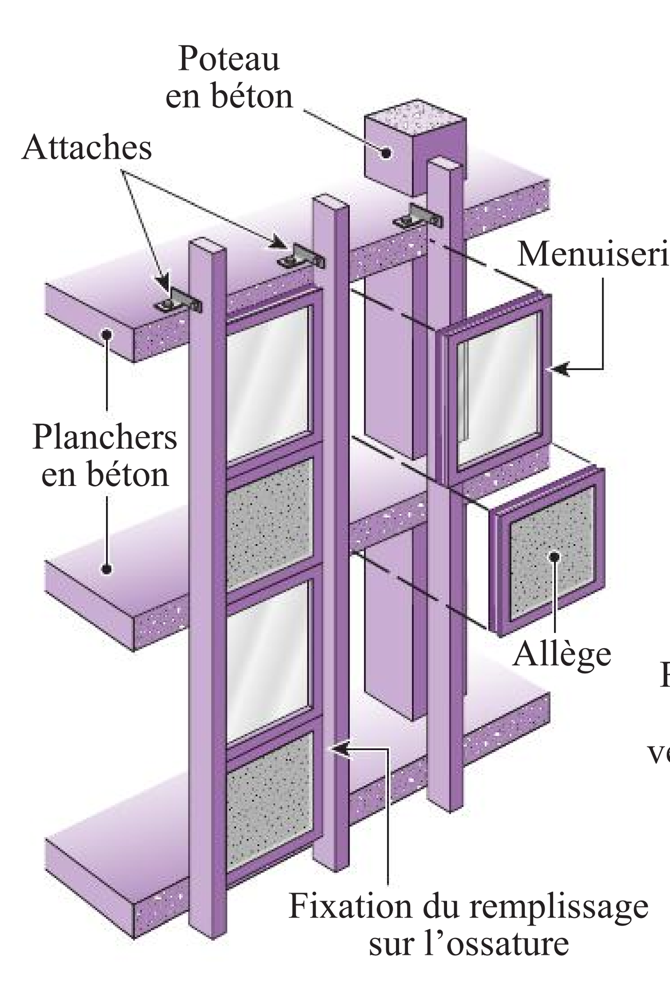
Trois familles d'ossature sont distinguées :
- la façade rideau (a), fixée sur la face externe de la structure porteuse d'un bâtiment, file devant le nez du plancher ;
- la façade semi-rideau (b), dont certaines zones, en particulier celles situées dans les allèges et trumeaux en béton ou maçonnés, n'assurent pas à elles seules l'étanchéité à l'air et à l'eau de la zone de façade ;
- la façade panneau (c), dont les éléments de remplissage sont fixés de plancher à plancher et laissent voir la structure du bâtiment.



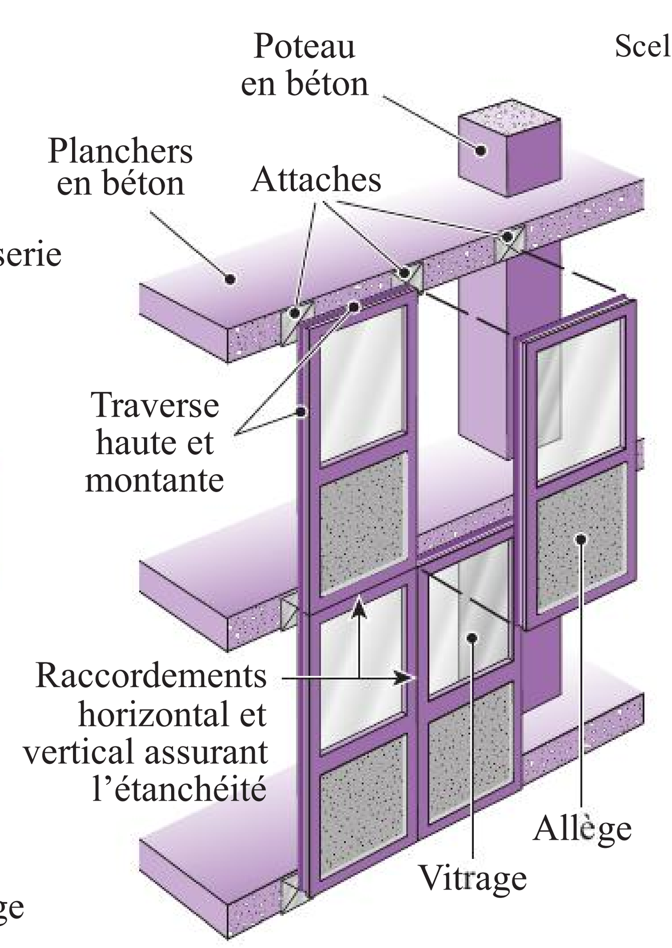
a Façade rideau **b Façade semi-rideau** **c Façade panneau**

Ossatures et fixations

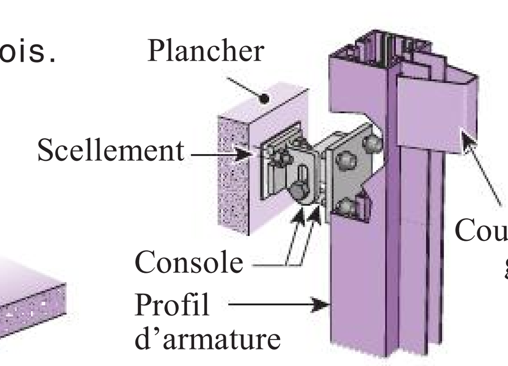
L'ossature fixée à la structure reçoit les panneaux de remplissage.
Elle peut être en aluminium, en acier galvanisé, en acier inoxydable ou en bois.



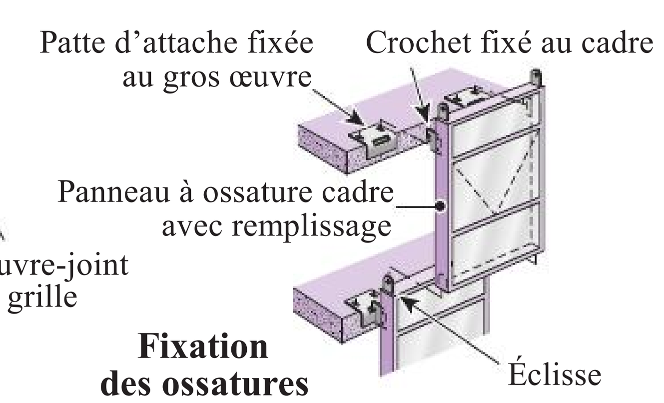
Façade rideau à ossature grille avec remplissage par menuiserie et allège



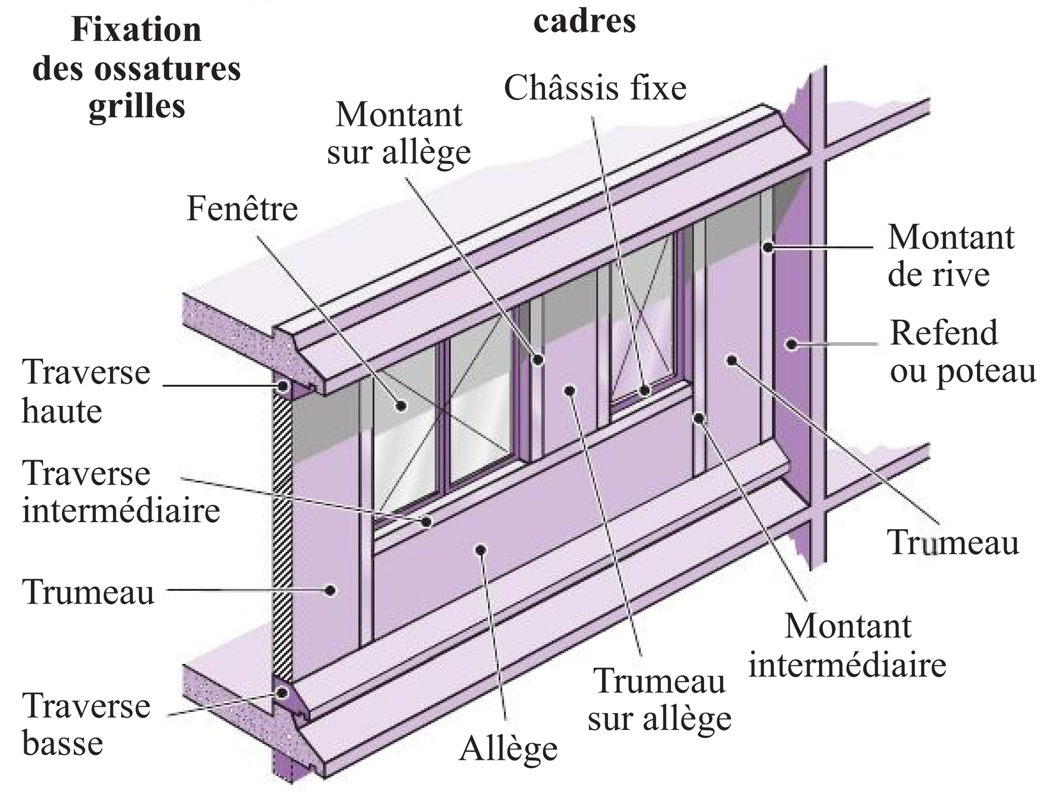
Façade rideau avec ossatures cadres fixées sur attaches



Fixation des ossatures grilles



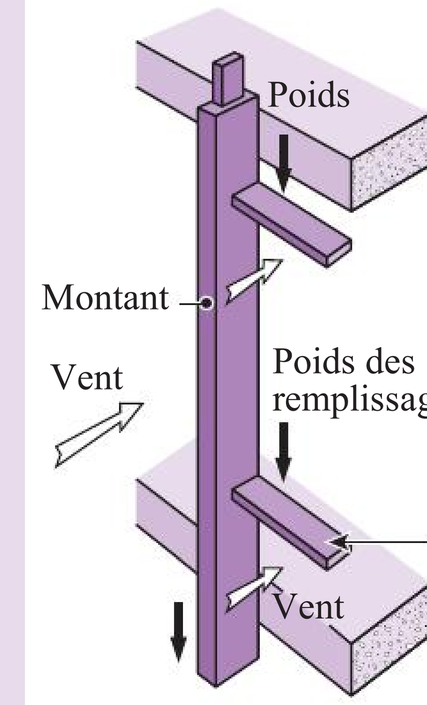
Fixation des ossatures cadres



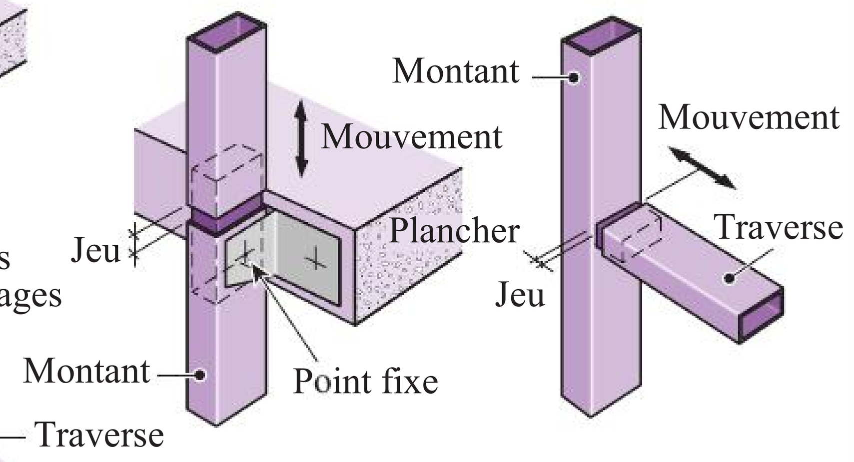
Façade panneau

Charges, dilatation et étanchéité

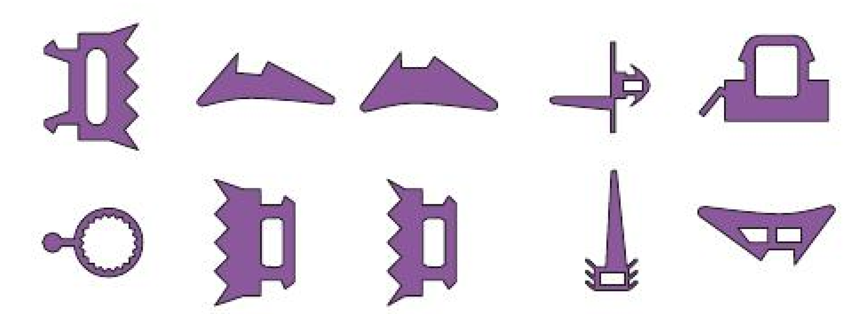
Les éléments de l'ossature doivent être conçus pour résister aux efforts du vent, supporter le poids du remplissage et absorber les mouvements dus à la dilatation. L'étanchéité entre les montants, les traverses et les profilés serreurs est assurée à l'aide de profilés extrudés, généralement en EPDM.



Charge sur ossature



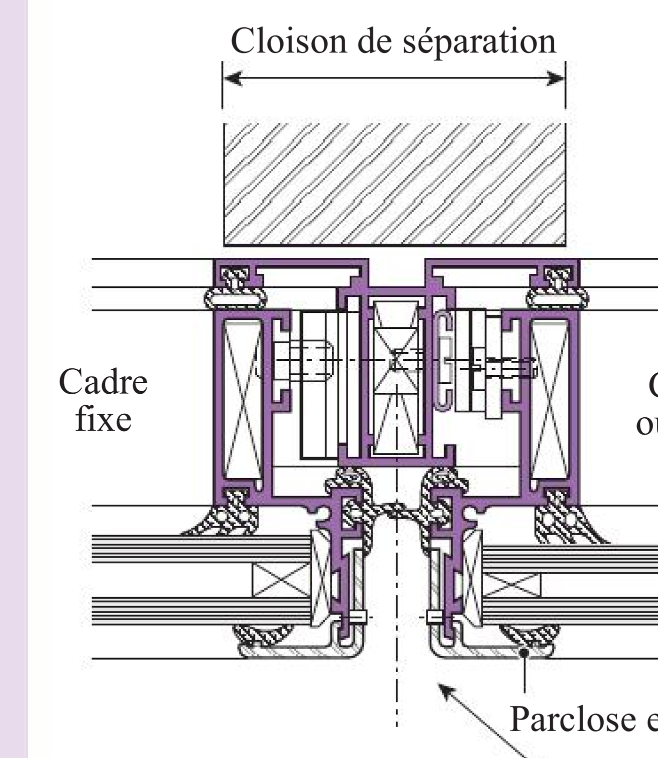
Mouvement vertical dans le montant et horizontal dans la traverse



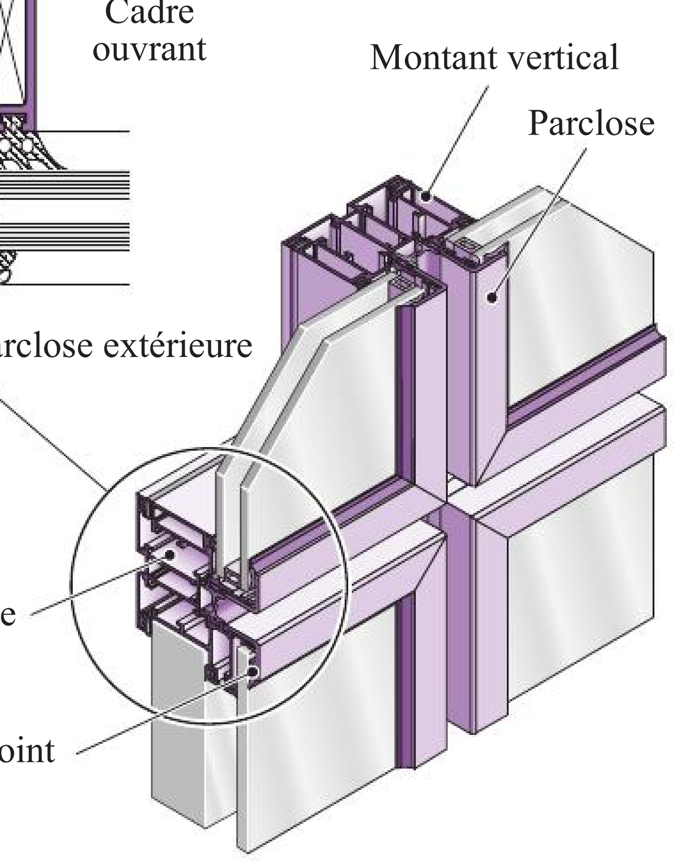
Profilés d'étanchéité en caoutchouc

Vitrage extérieur parclosé (VEP)

Le remplissage en vitrage est maintenu dans les feuillures des cadres, drainées et ventilées, par des parcloses métalliques clipsées ou vissées dans le profil du cadre.

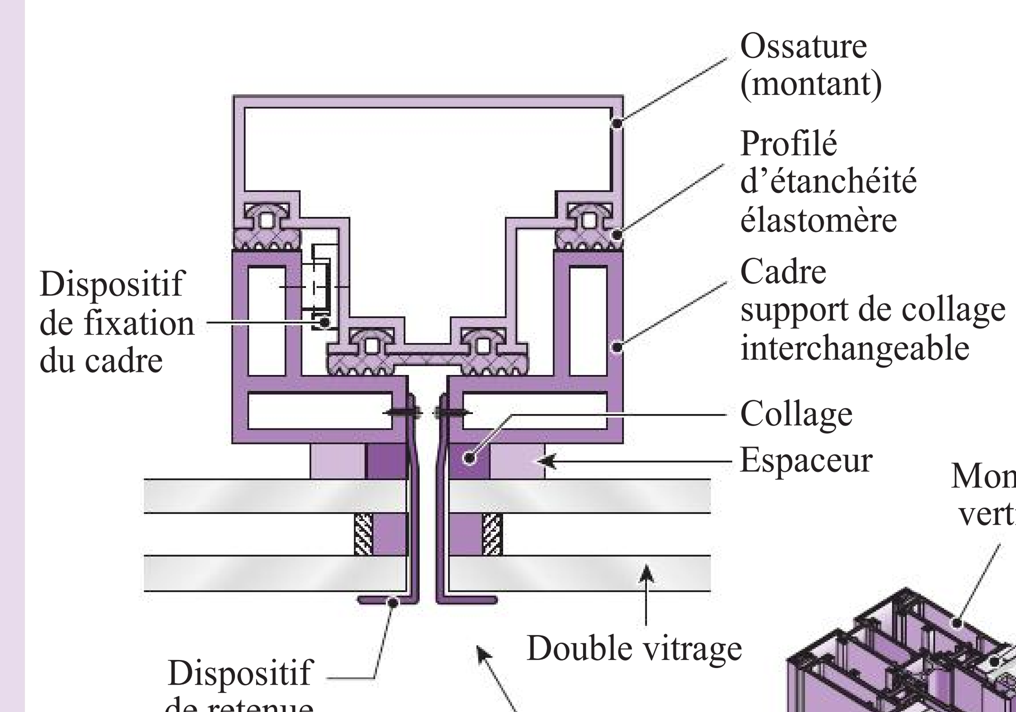


Coupe sur profilé

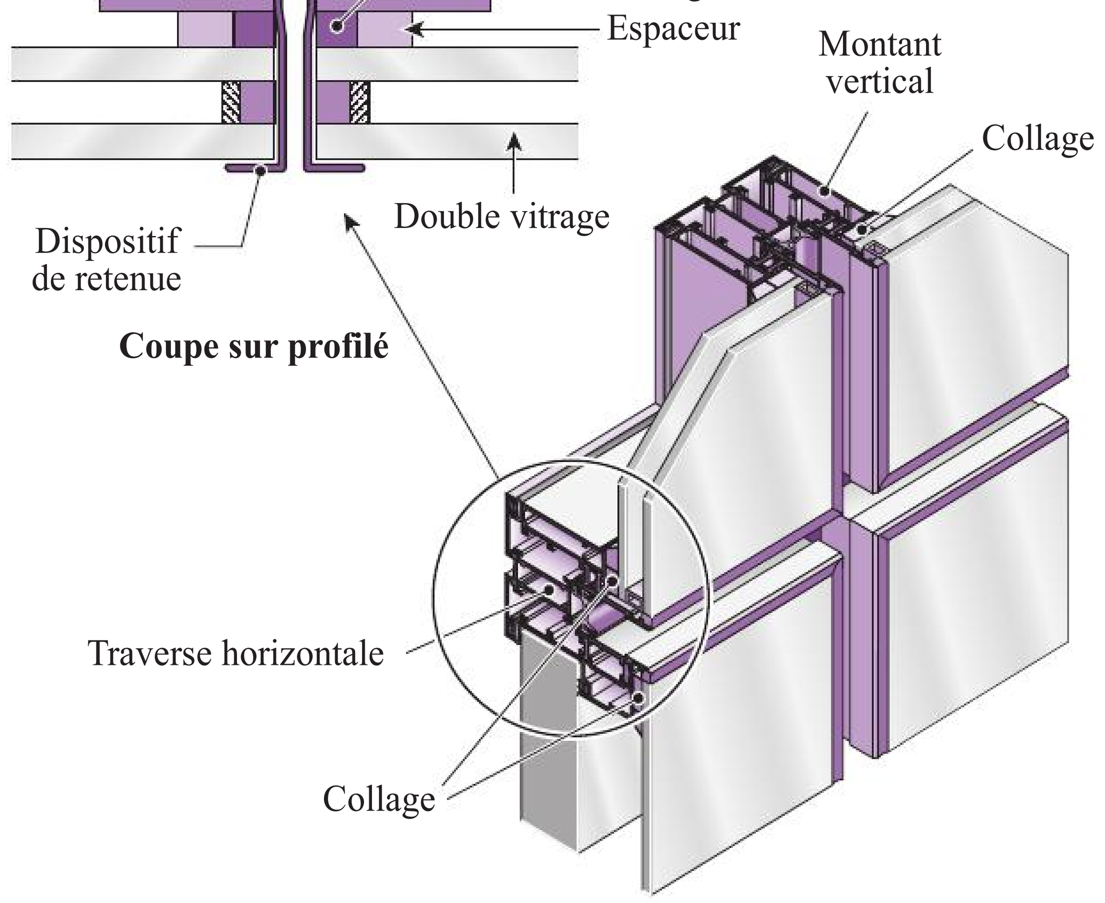


Vitrage extérieur collé (VEC)

Le remplissage en vitrage est fixé par collage sur des cadres grâce à des mastics structuraux. Cette technique permet de mettre en valeur les vitrages et de cacher l'ossature.

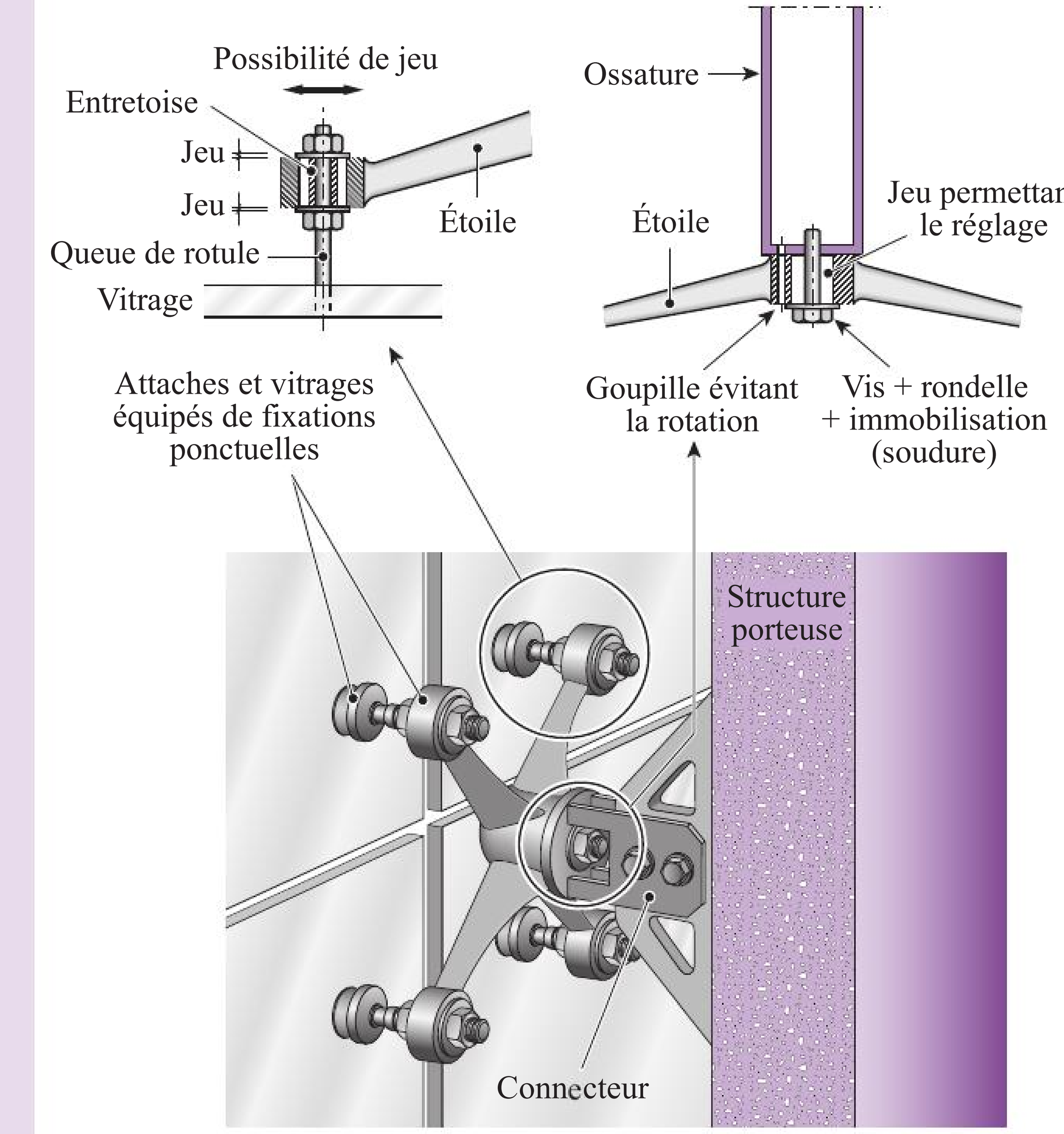


Coupe sur profilé



Vitrage extérieur attaché (VEA)

Le vitrage est suspendu au moyen d'attaches ponctuelles (fixations articulées situées dans le plan des vitrages) sur une ossature placée en arrière du plan des vitrages.



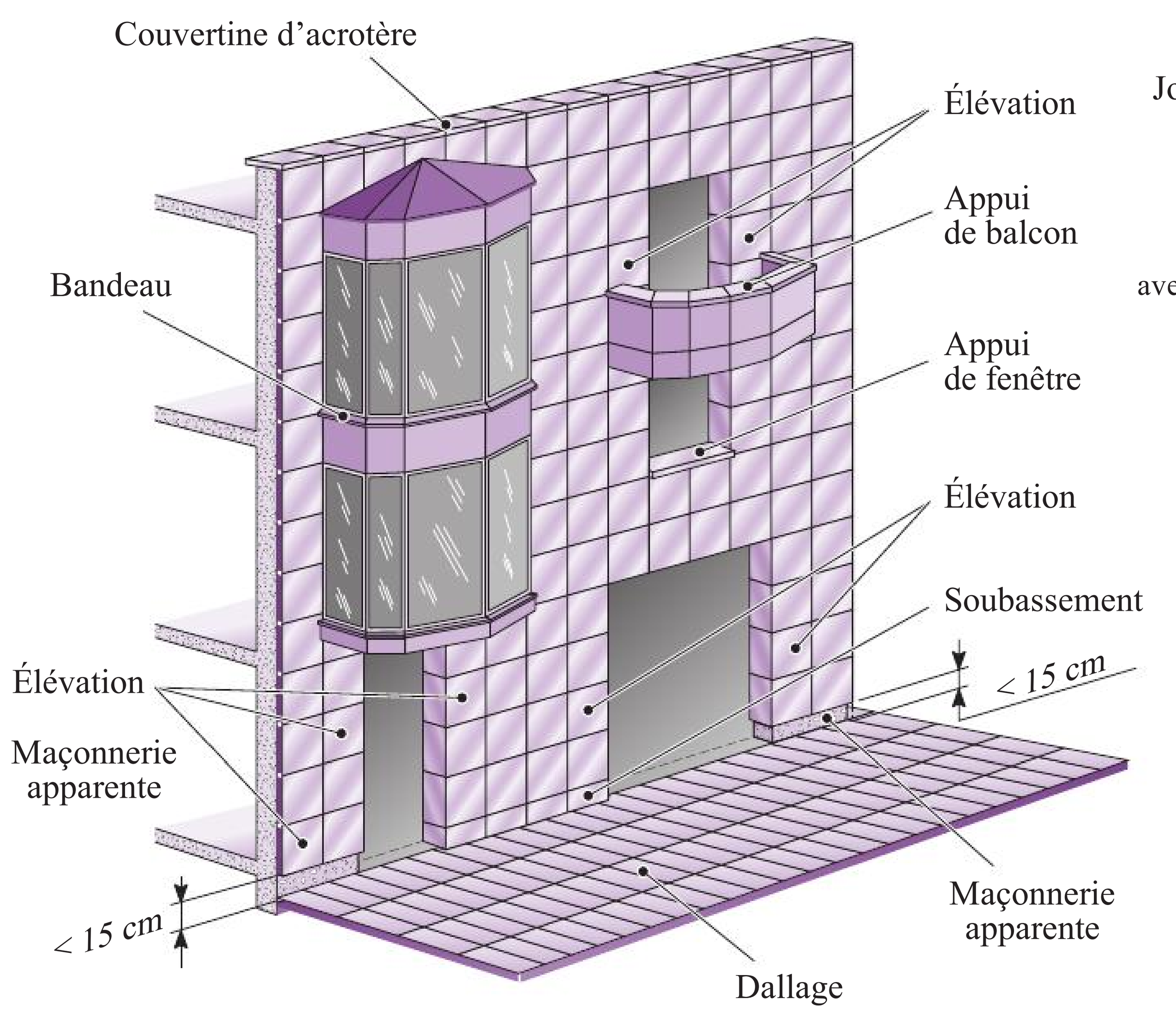
Façades en pierres attachées

Comment ça marche

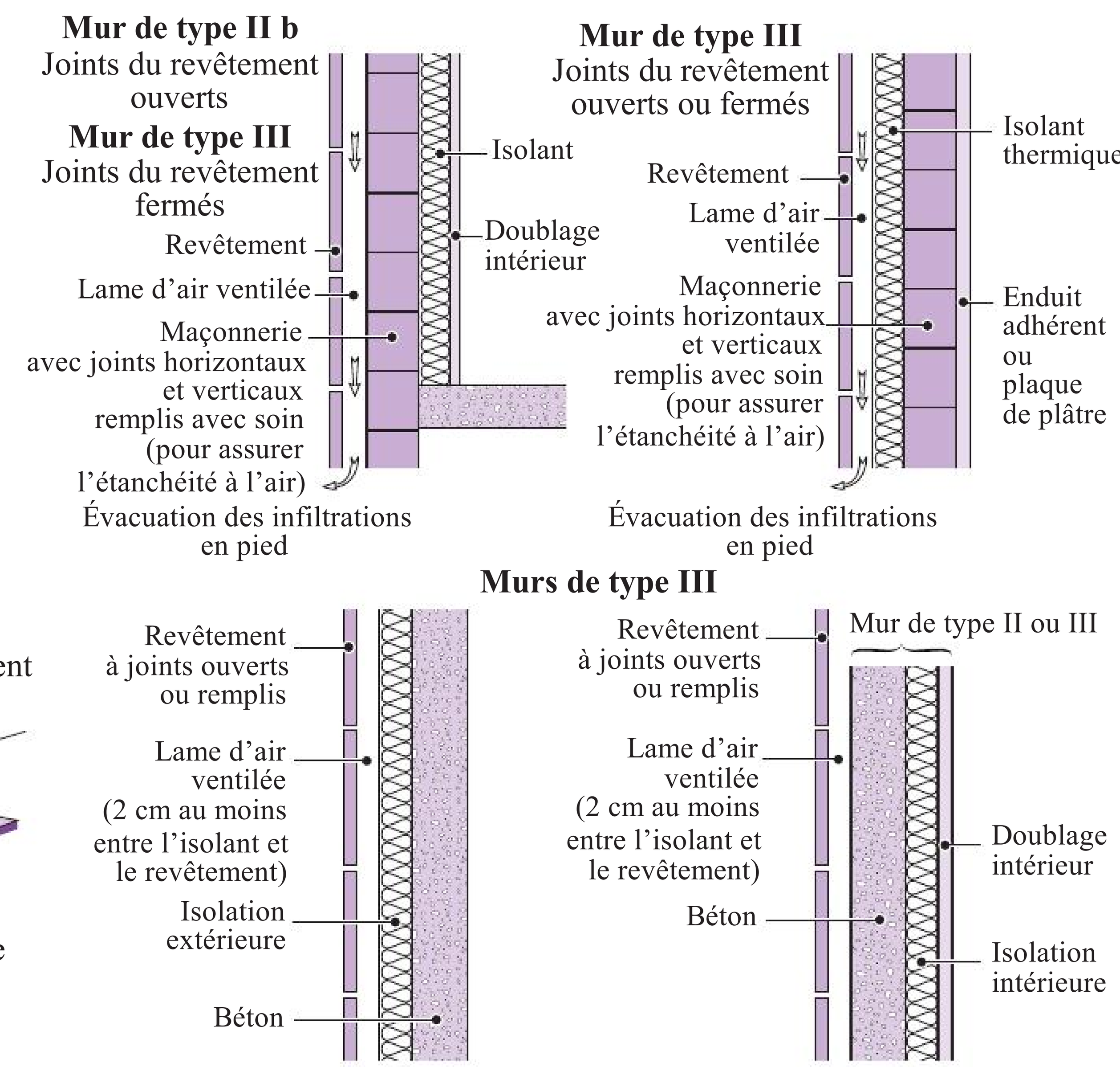
Les revêtements muraux extérieurs attachés en pierre mince sont constitués de plaques de pierre fixées par des attaches à un support en béton ou en maçonnerie, le cas échéant sur une ossature intermédiaire. Sont distingués deux systèmes d'attache : avec polochons et agrafes (plots de mortier traversés par des fils dont une extrémité est ancrée dans le mur support et l'autre dans le revêtement) et sans polochons (au moyen de pattes métalliques qui permettent la mise en œuvre d'un isolant thermique).

Vocabulaire et fixations

La configuration des façades en pierres attachées varie selon la nature de la pierre et son emplacement (a). Les façades sont assimilées à des murs de type II b ou III selon la composition du mur (béton ou maçonnerie), la présence ou non d'une isolation thermique et le traitement des joints entre pierres (b).



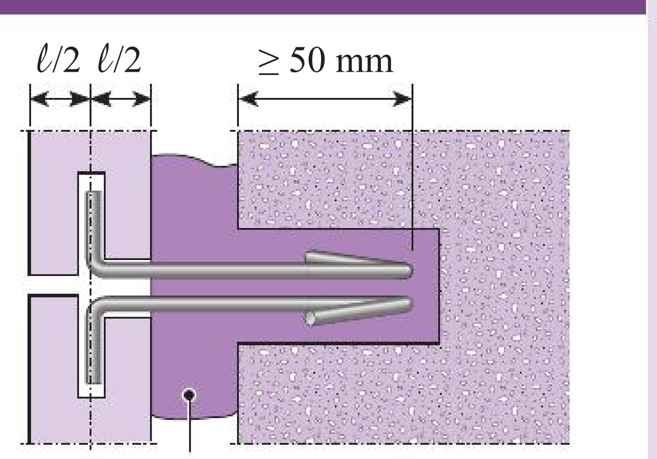
a Façade en pierre attachée



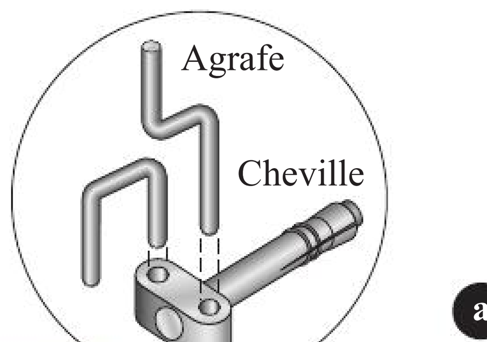
b Typologie des murs en pierres attachées

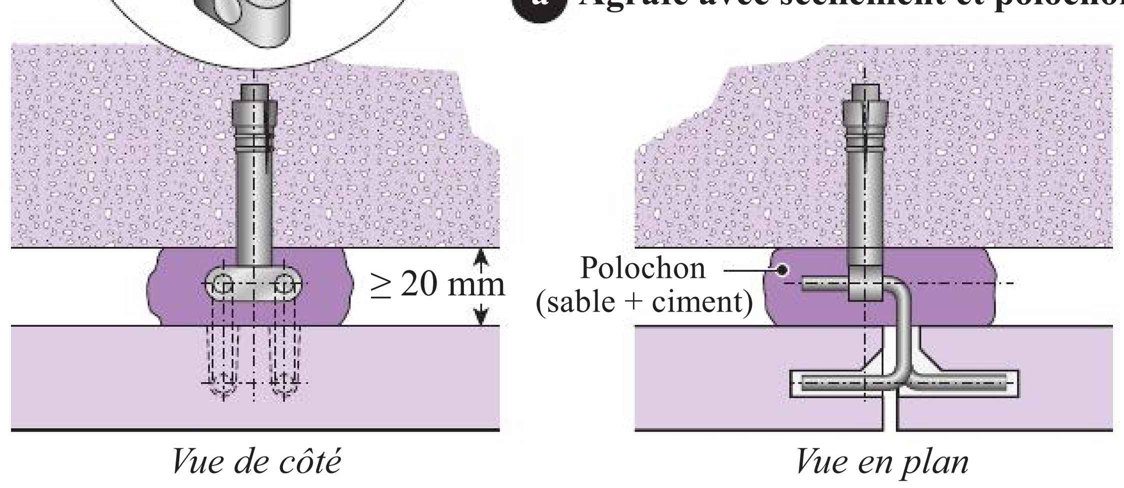
Attaches avec polochons

Sont distingués les agrafages avec scellement et polochon (a) et les agrafages avec cheville et polochon (b).



a Agrafe avec scellement et polochon

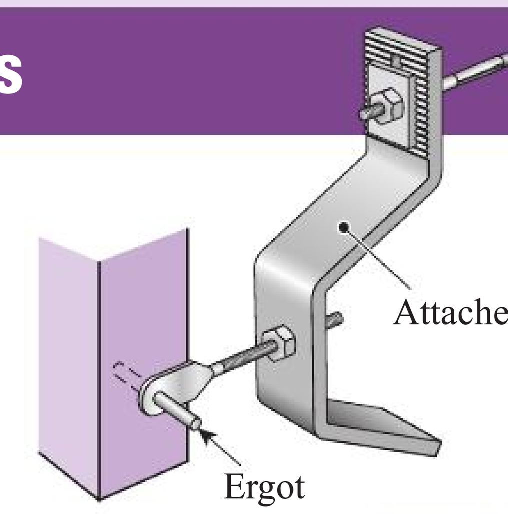


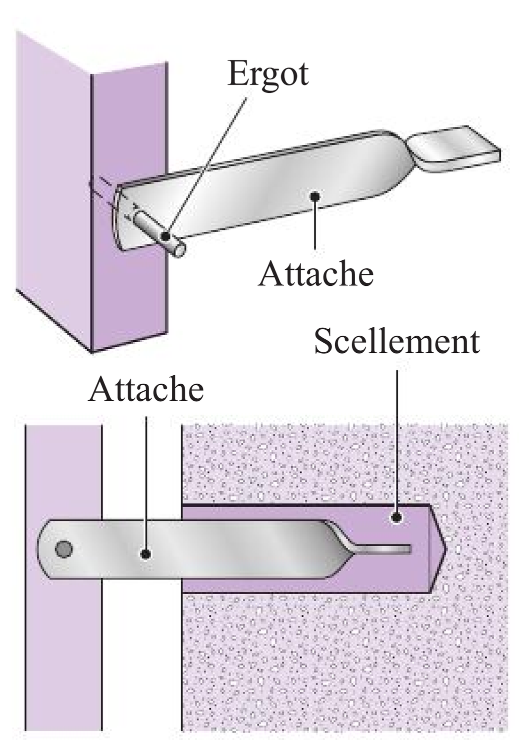


b Agrafe avec cheville et polochon

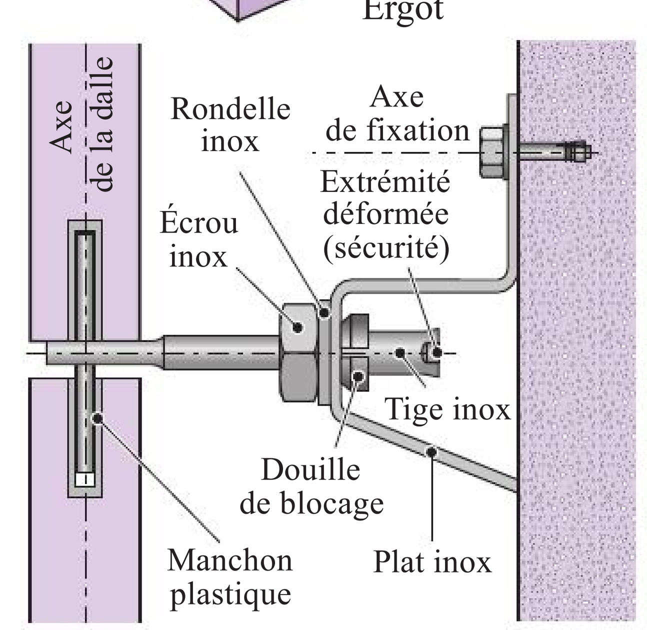
Attaches sans polochons

Les attaches sans polochons sont scellées dans le support (a) ou fixées mécaniquement sur le support (b). Les chevilles de fixation doivent être inoxydables dans la masse.





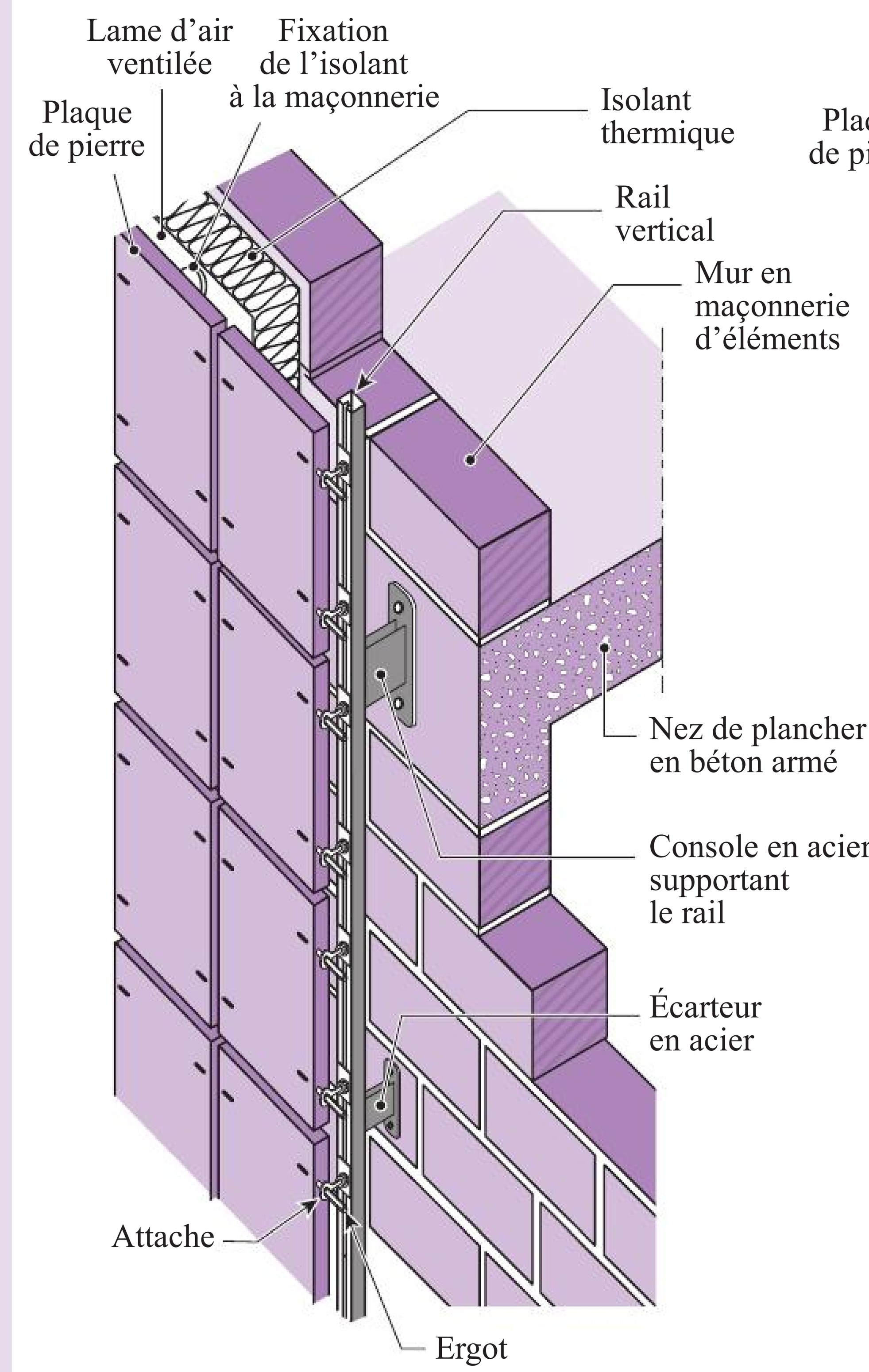
a Fixation scellée



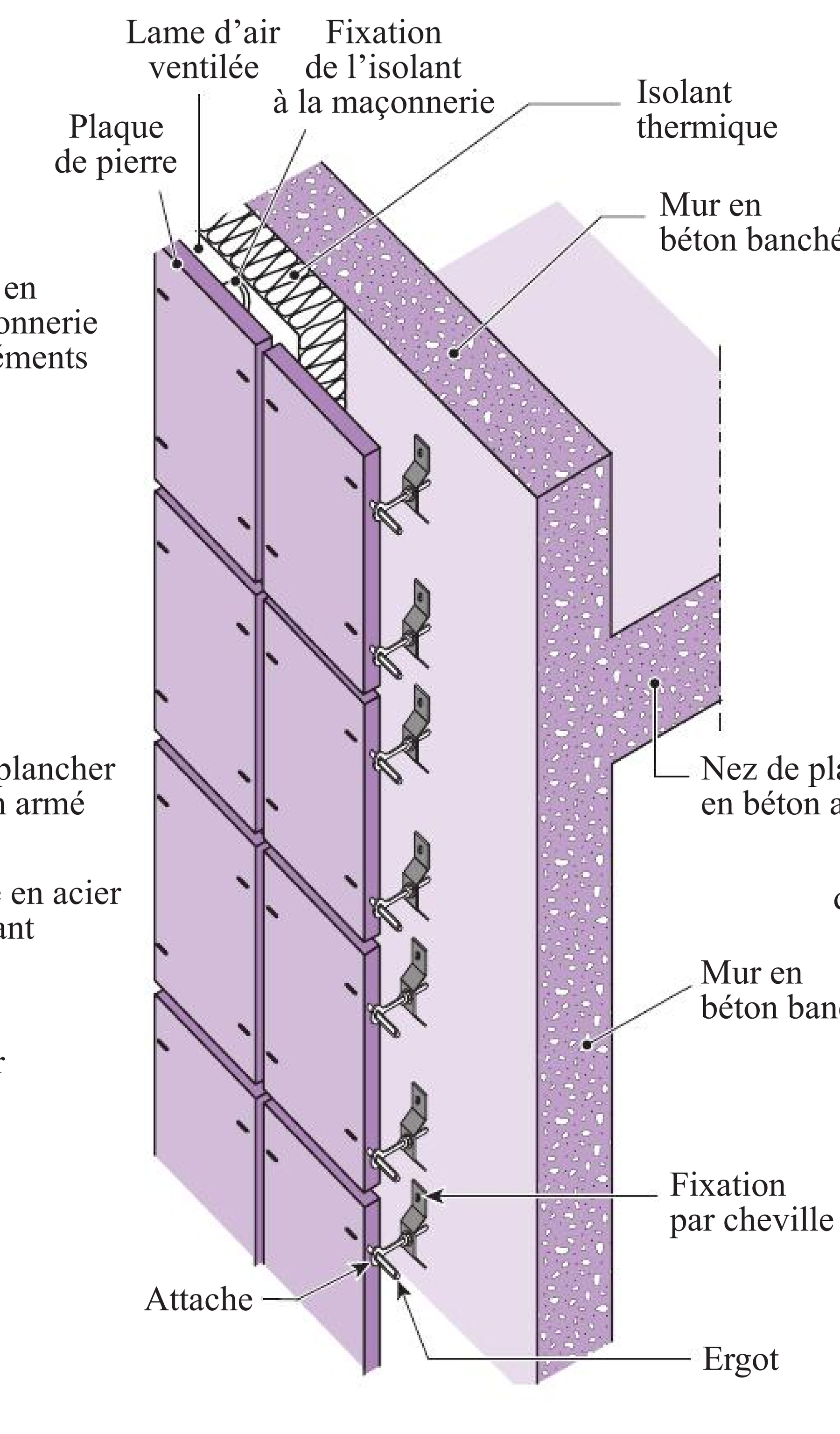
b Fixation mécanique

Dispositions constructives

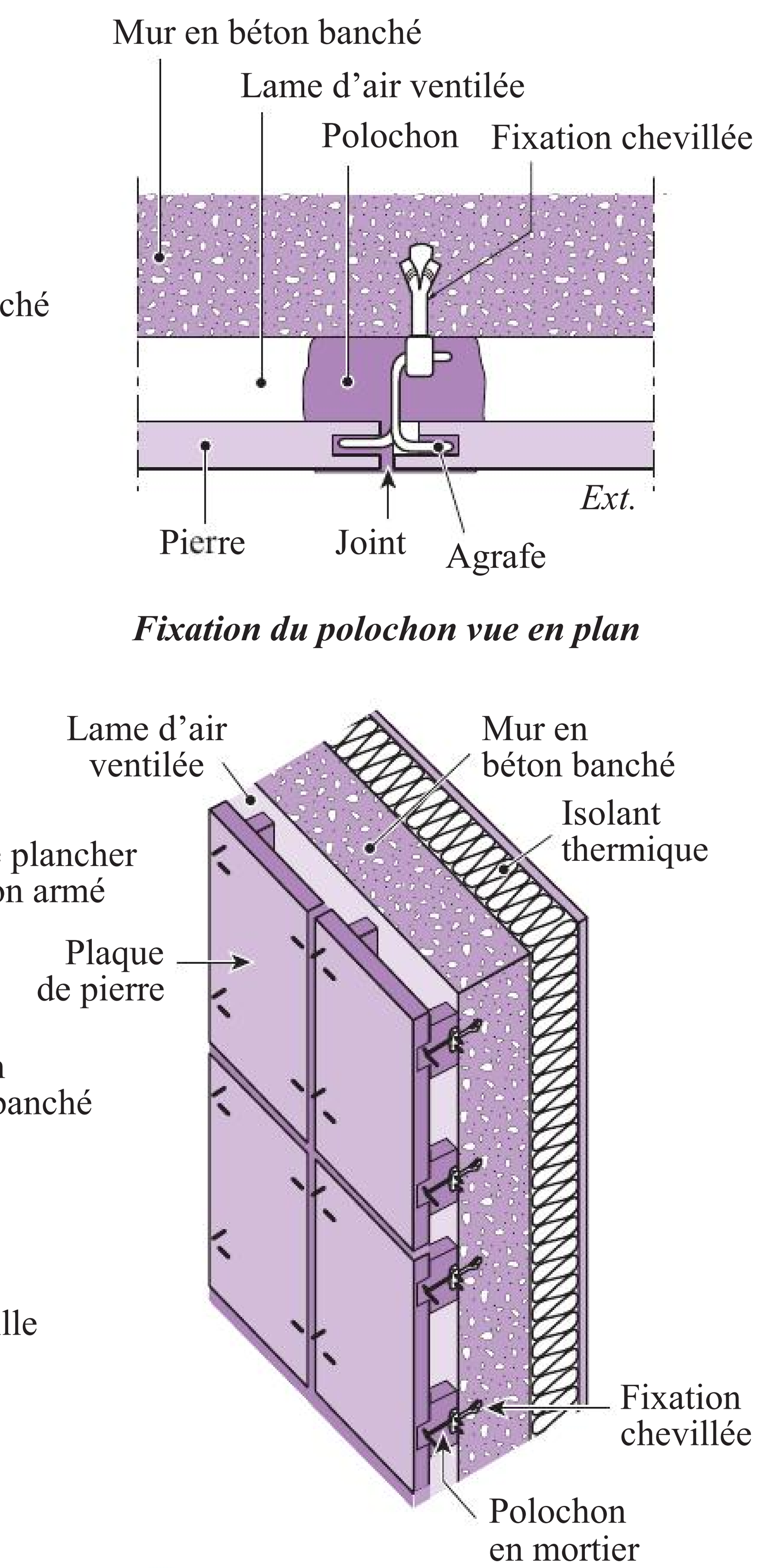
Détails de mise en œuvre avec ossature intermédiaire sur mur en maçonnerie (a), avec attaches sans polochon sur mur en béton banché (b), avec attaches avec polochons sur mur en béton banché (c).



a Pierres attachées avec isolation extérieure sur maçonnerie d'éléments ou ossature



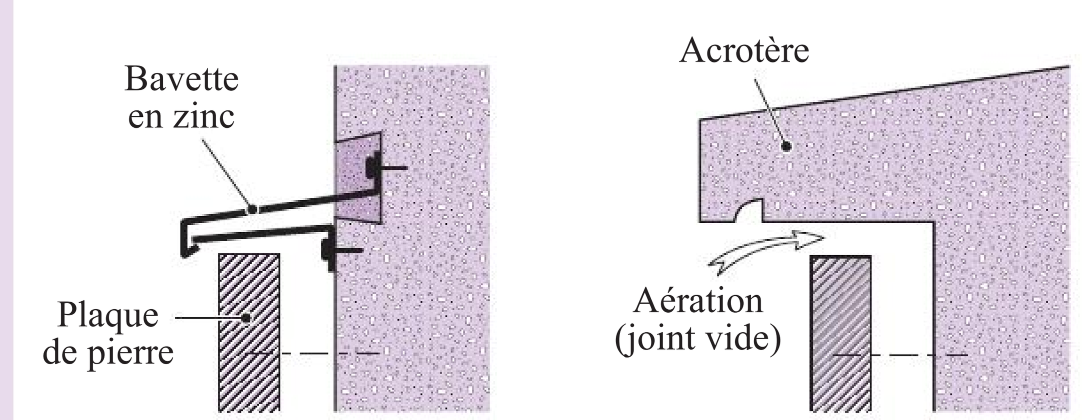
b Pierres attachées avec isolation extérieure sur béton banché



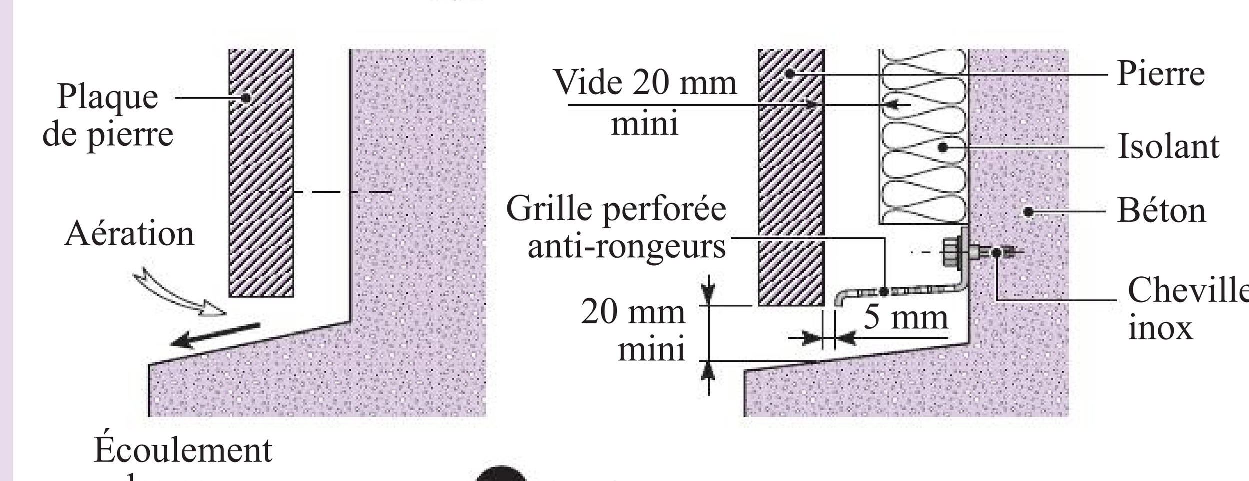
c Pierres attachées avec chevilles et polochons

Points singuliers

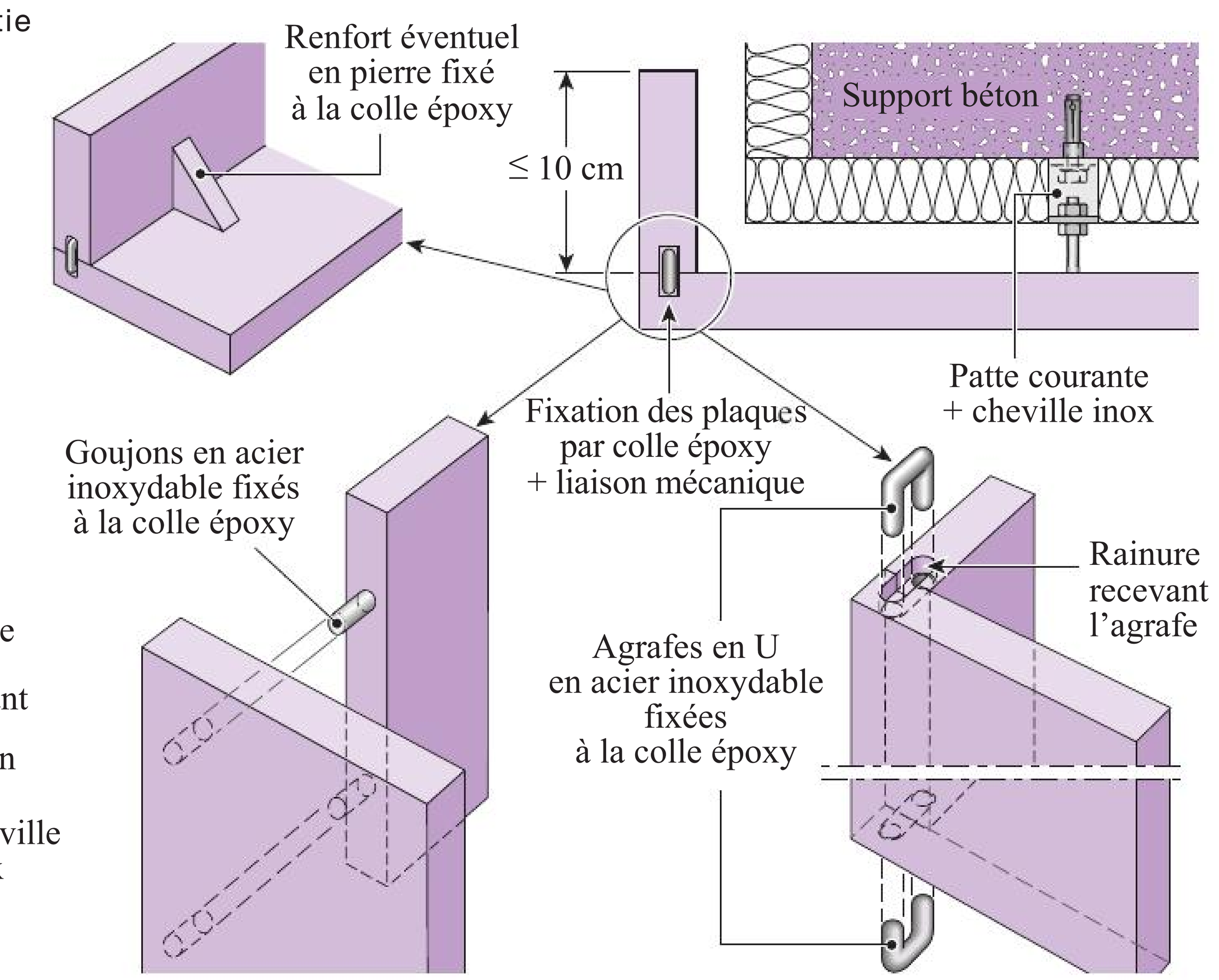
Protections de la tranche supérieure du mur (a), traitement de la partie basse (b) et liaisons mécaniques des retours latéraux (c).



a Tranche supérieure



b Partie basse



c Exemples d'arrêts latéraux ≤ 10 cm

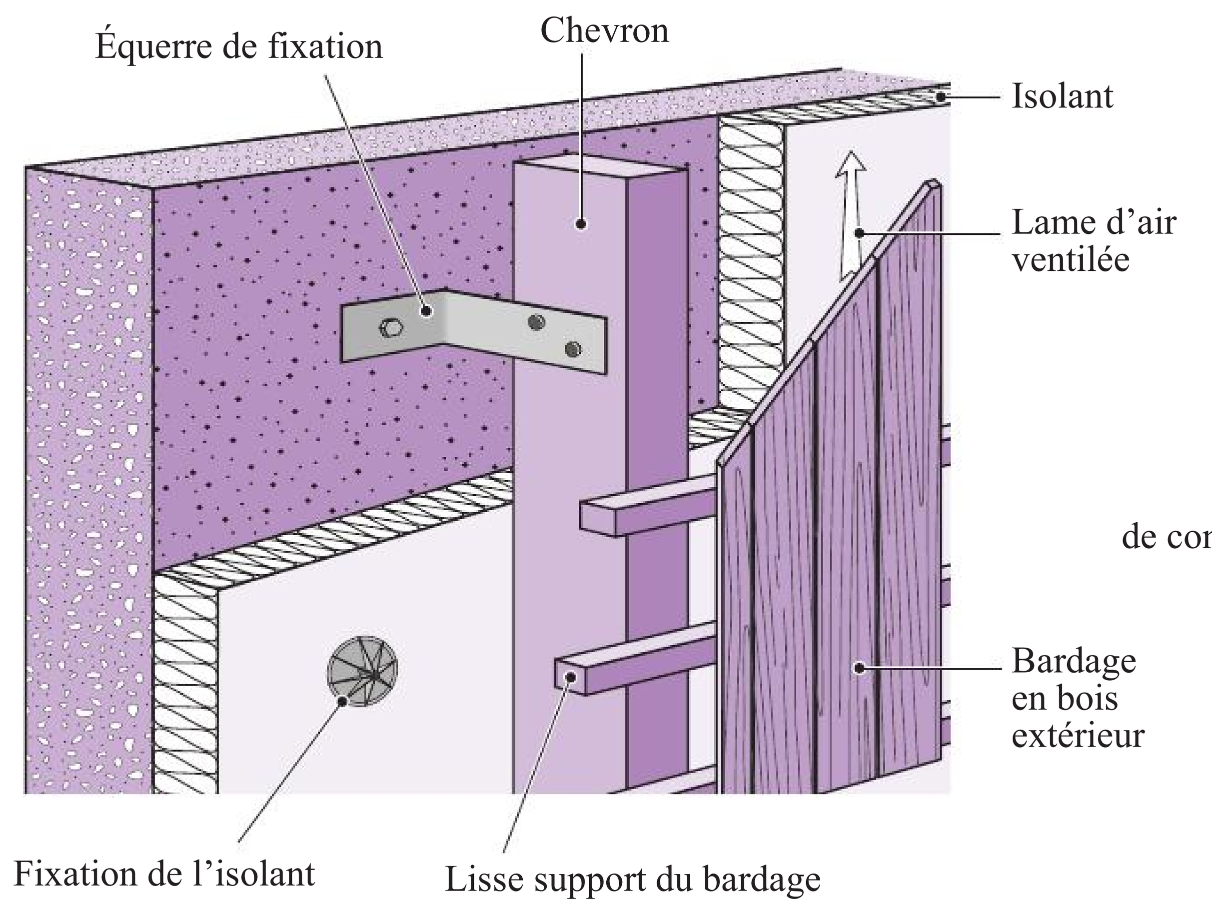
Comment ça marche

Bardages en bois extérieurs

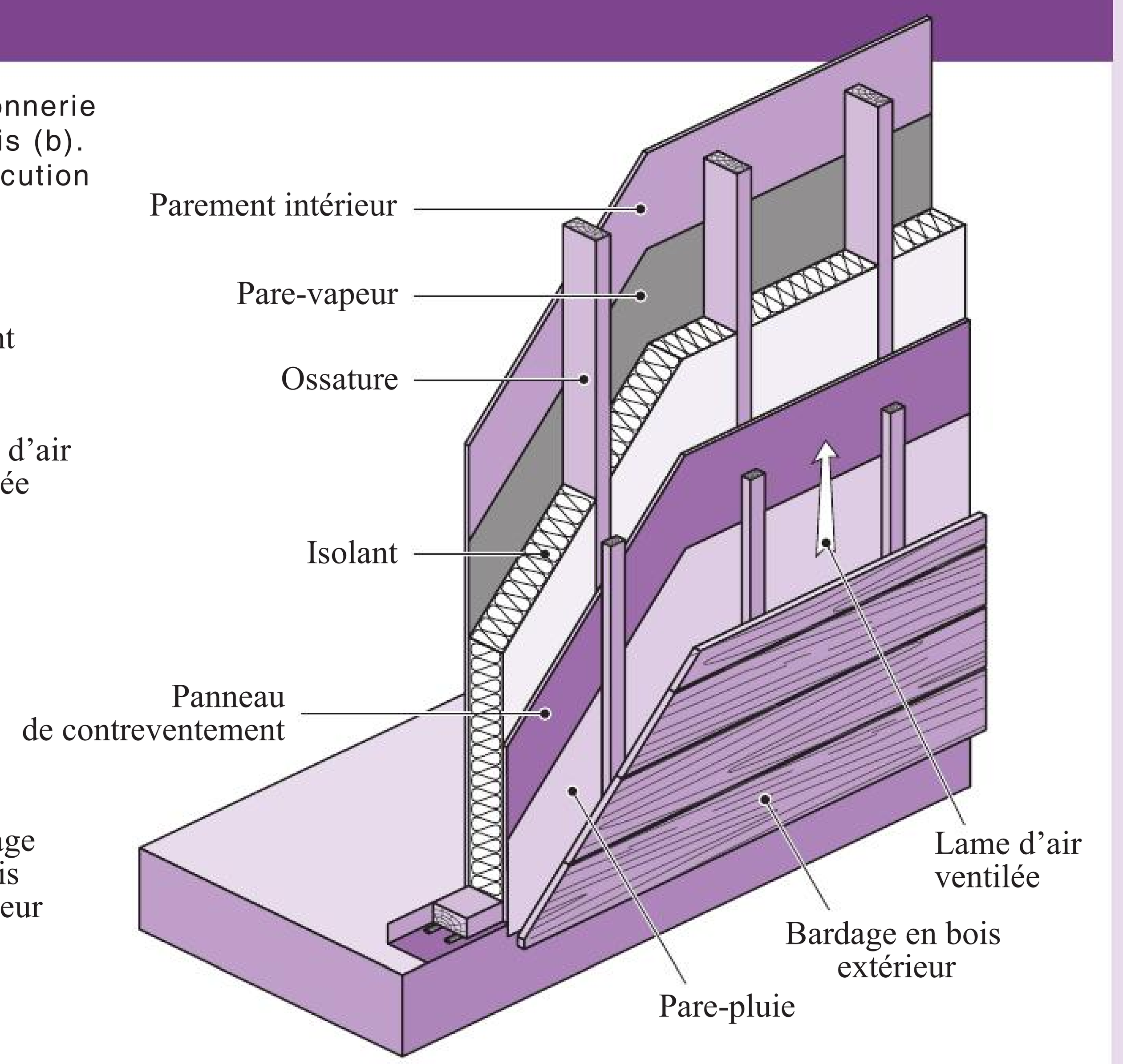
Un bardage rapporté en bois est constitué d'une ossature verticale fixée au gros œuvre par l'intermédiaire d'équerres lorsqu'il est en maçonnerie ou en béton, et d'un parement ou peau en bois fixé à cette ossature, soit directement soit par l'intermédiaire de lisses ou de tasseaux en bois. Selon la hauteur de la façade, sa situation et s'il est abrité ou non, le bardage doit présenter une étanchéité à l'eau de pluie plus ou moins importante.

Dispositions constructives

Sont distingués les bardages en bois rapportés sur gros œuvre en maçonnerie ou en béton (a), et les bardages en bois sur bâtiments à ossature en bois (b). L'ossature support verticale permet de s'affranchir des tolérances d'exécution du gros œuvre et d'isoler le bâtiment par l'extérieur.



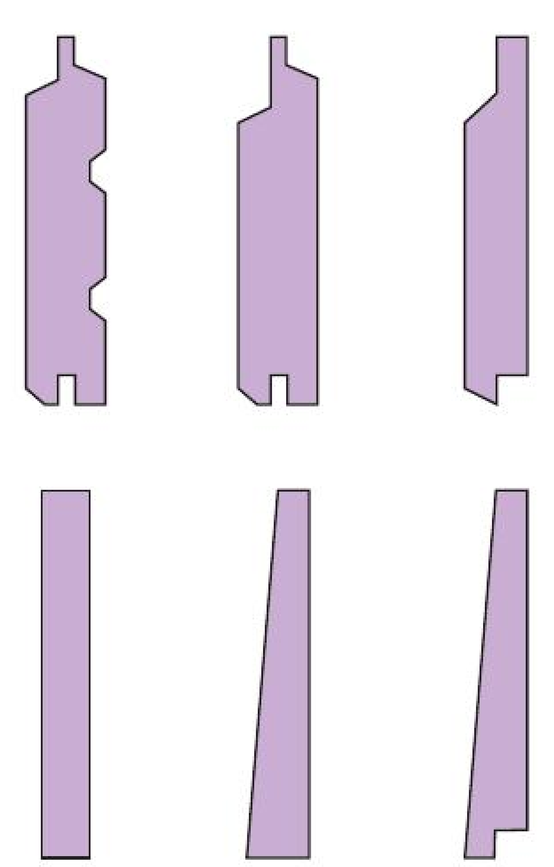
a Bardage vertical rapporté sur gros œuvre



b Bardage horizontal sur ossature bois

Lames

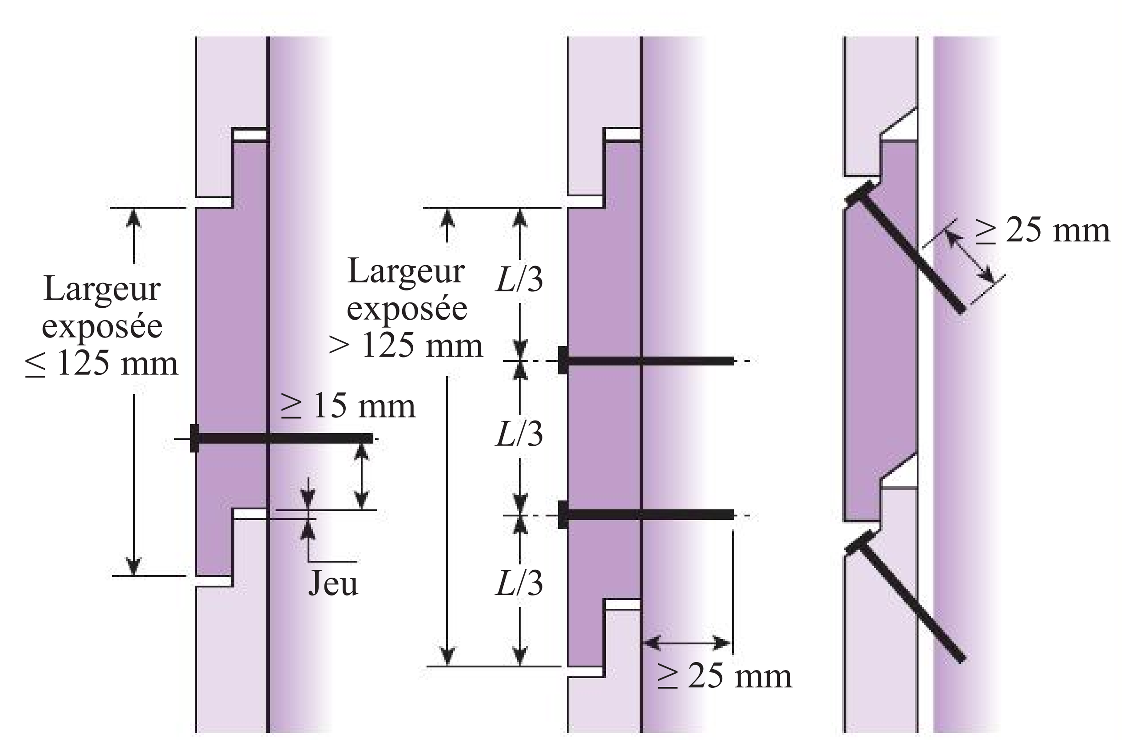
Les essences de bois utilisées sont le sapin, l'épicéa, le pin, le mélèze, le Red Cedar et le châtaignier. L'épaisseur est toujours mesurée en milieu de lame.



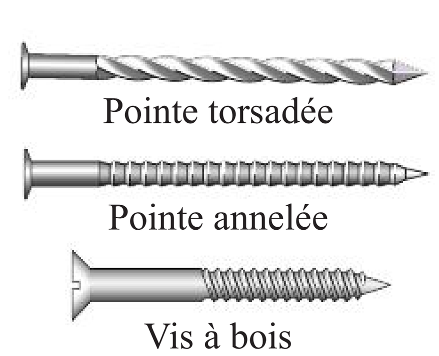
Profils courants de lames de bardage en bois

Fixations

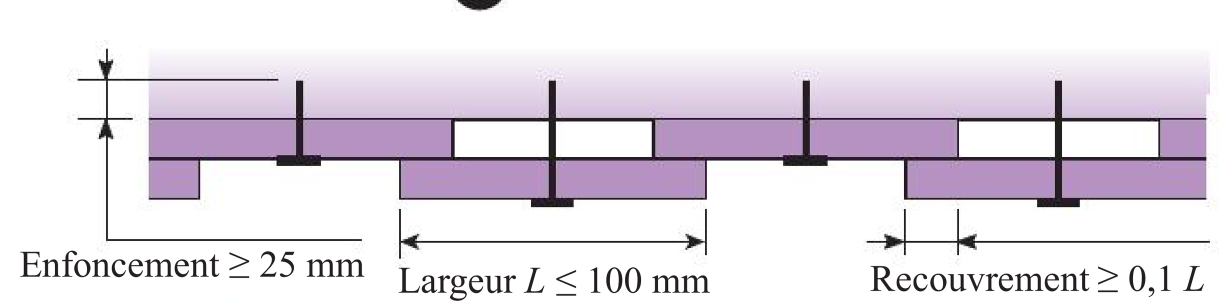
Les lames sont fixées au moyen de pointes annelées ou torsadées, par des vis (a) ou par des agrafes. Ces fixations doivent être galvanisées à chaud et inoxydables lorsque le bardage se situe à moins d'une distance inférieure à 10 km du bord de mer. Les lames horizontales (b) sont fixées selon leur largeur et la présence ou non d'un chanfrein à chaque intersection lame/chevron avec une pénétration minimale de 25 mm. Les lames verticales à recouvrement (c) sont fixées en un point au centre pour les lames d'une largeur inférieure ou égale à 100 mm ; et par deux points pour les lames d'une largeur supérieure.



b Fixation des lames horizontales



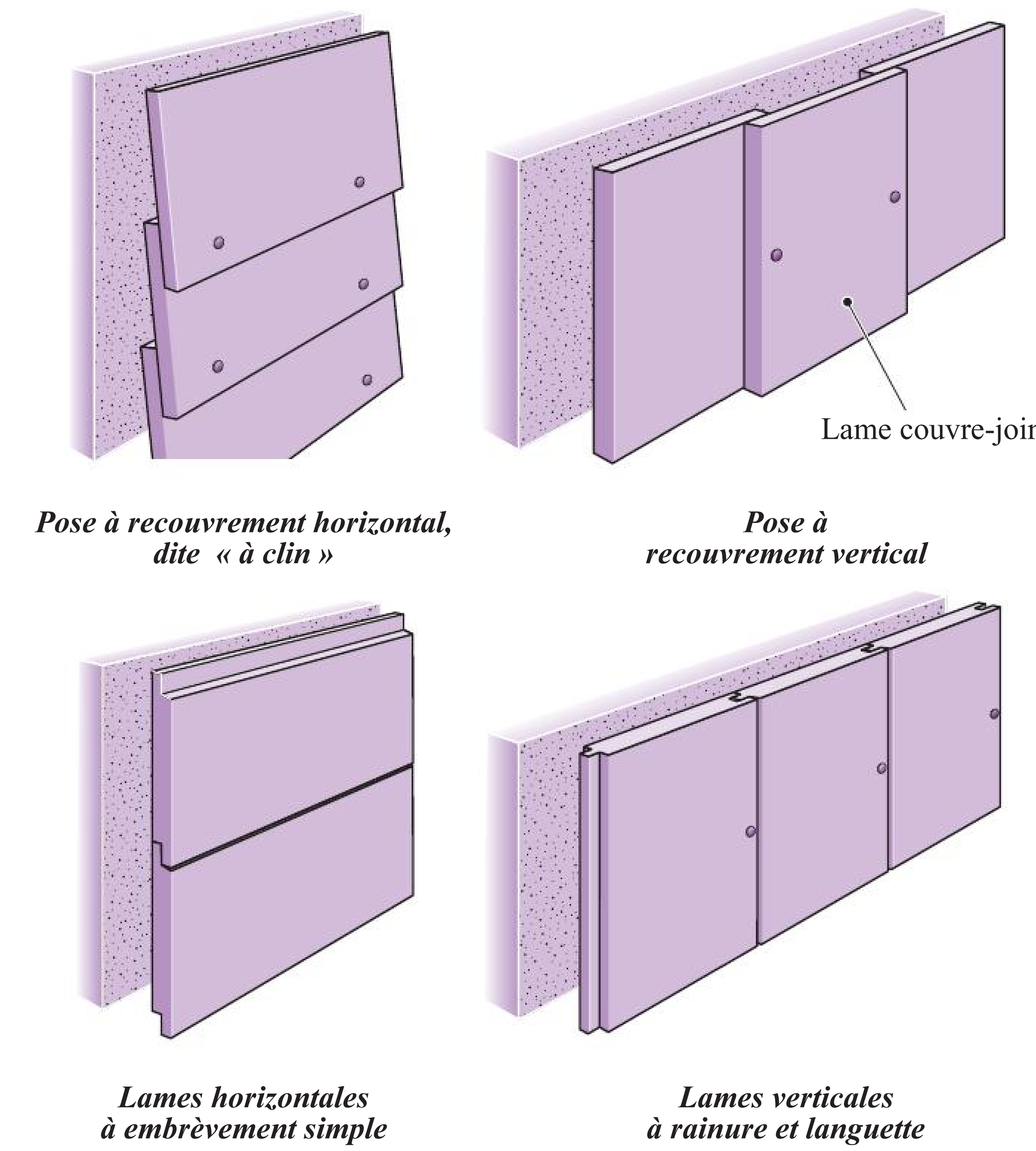
a Pointes et vis de fixation



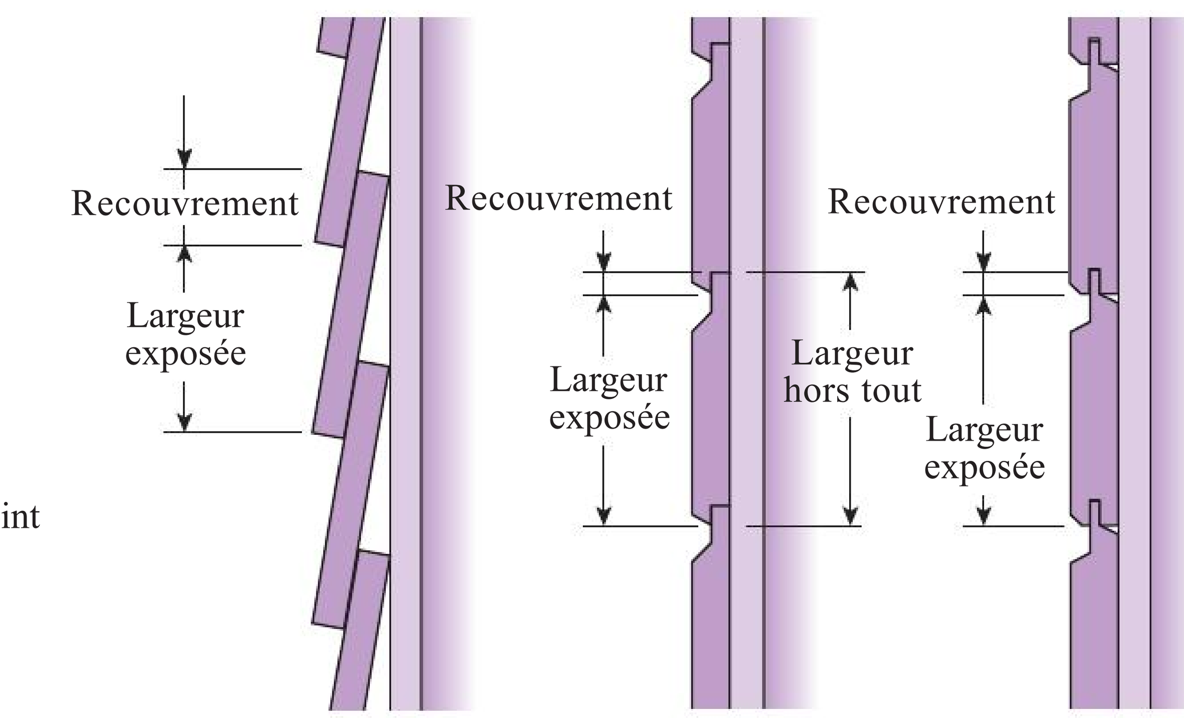
c Fixation des lames verticales à recouvrement ≤ 100 mm

Mise en œuvre

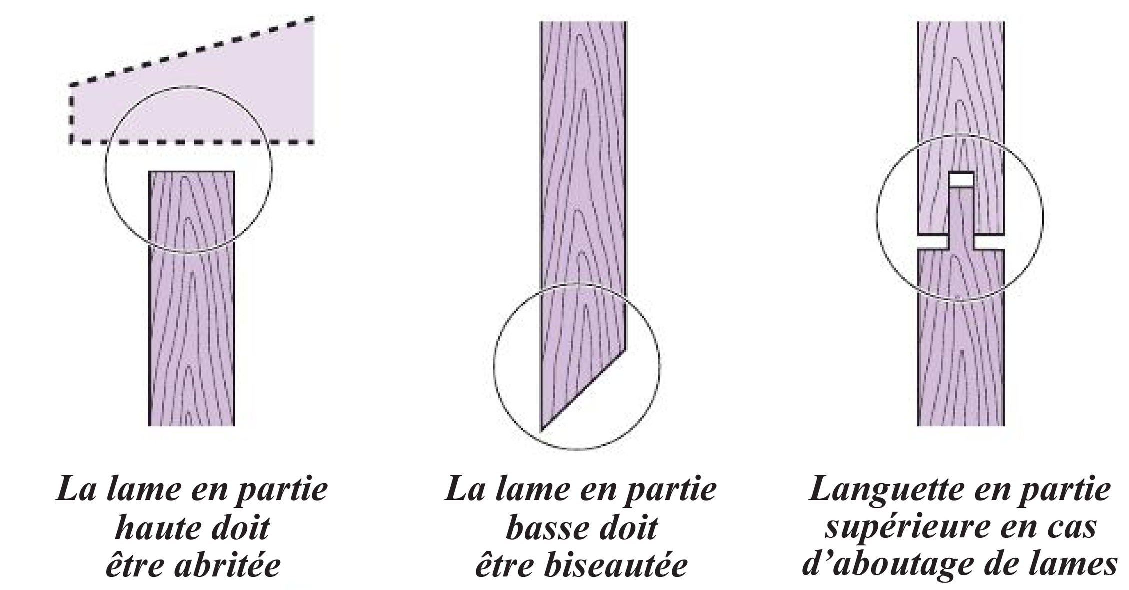
Deux types de pose sont distinguées (a) : à recouvrement (dite « à clin » lorsque les lames sont horizontales) et par embrèvement (rainure et languette). La largeur des lames exposée au ruissellement d'eau (b) est limitée à 7,5 fois l'épaisseur de la lame. L'extrémité des lames (c) est protégée par un débord en partie haute, biseautée de façon à former un larmier en partie basse. L'aboutage de deux lames superposées est réalisé par rainure et languette, la languette étant placée en partie supérieure de la lame.



a Types de pose



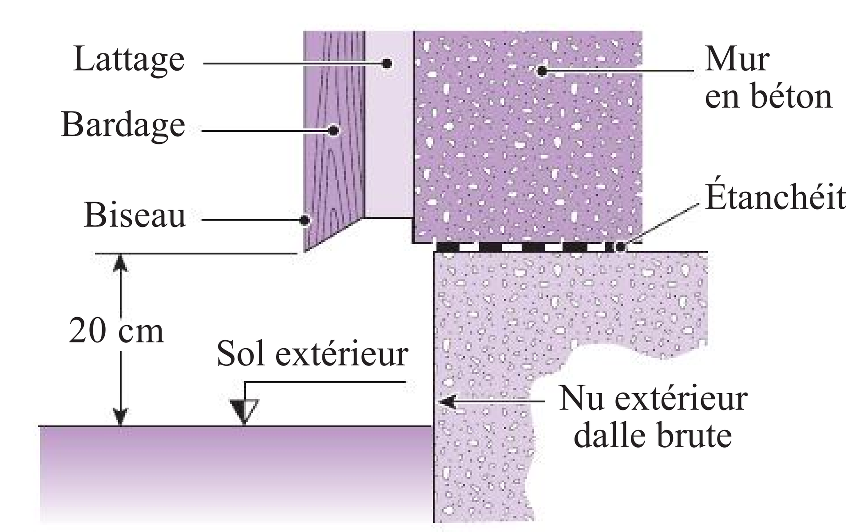
b Largeur exposée au ruissellement de l'eau



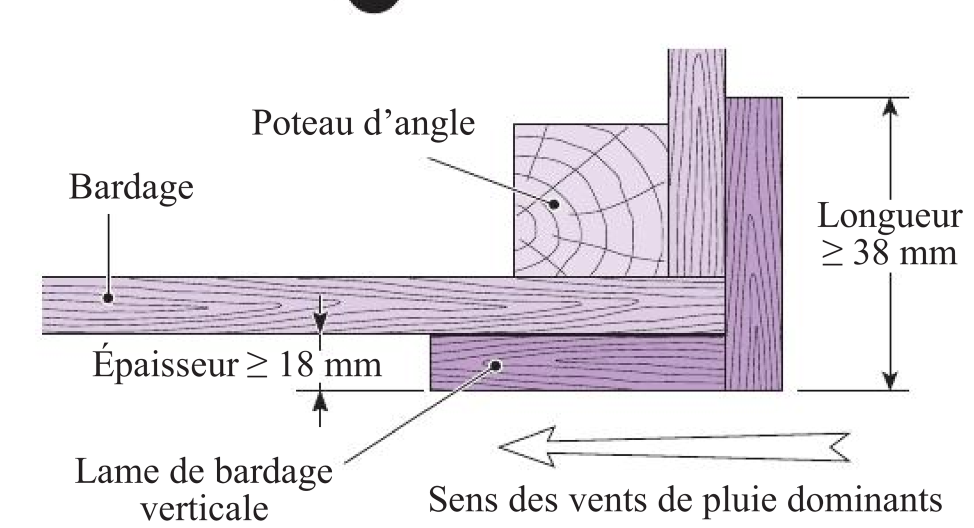
c Traitement des extrémités de lames

Points singuliers

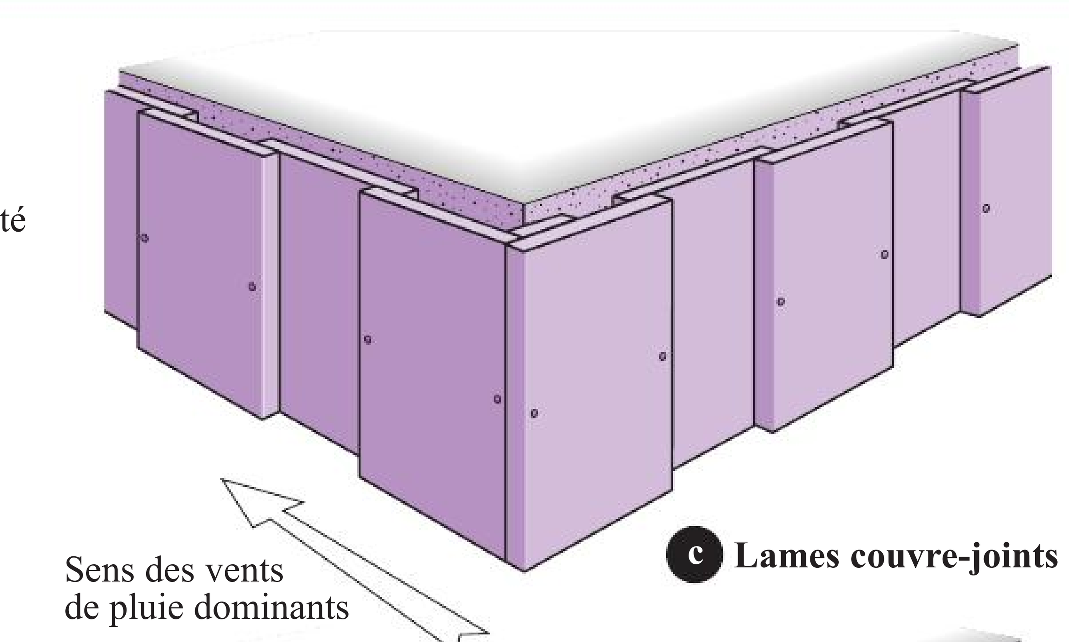
Les lames de bardage en pied de mur doivent toujours être au moins à 20 cm du sol pour éviter les reprises d'humidité dues aux rejaillissements des eaux de pluie (a). Les angles rentrants s'effectuent toujours au droit d'une pièce d'appui (tasseau ou montant). Les angles sortants (b) s'effectuent par la mise en place de lames à joints décalés qui doivent être protégées en tête et biseautées en pied. Le raccordement en angle peut également être réalisé par la création d'une chicane à l'aide des lames couvre-joints (c) ou par approche des lames posées à recouvrement (d).



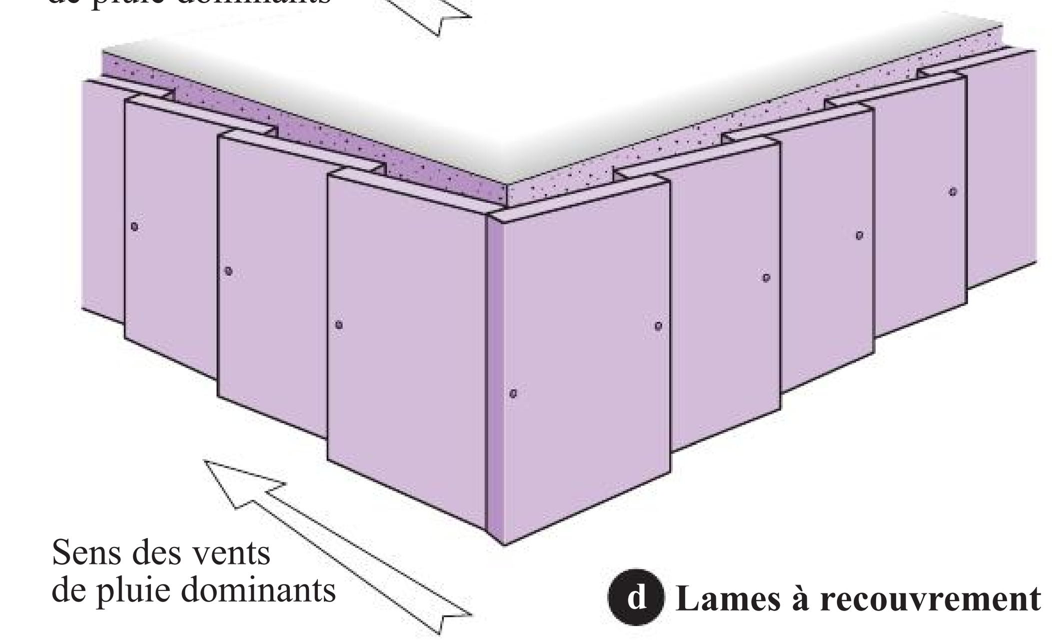
a Pied de mur



b Angle sortant



c Lames couvre-joints



d Lames à recouvrement

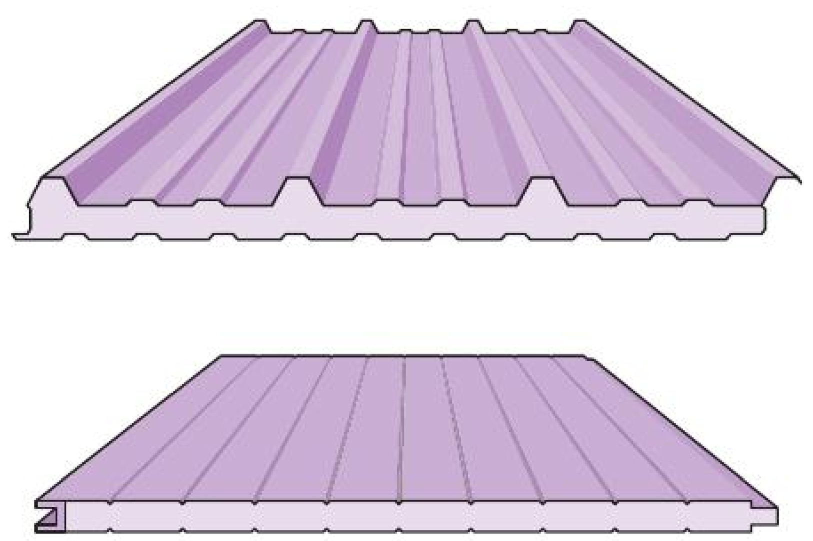
Comment ça marche

Bardages métalliques extérieurs

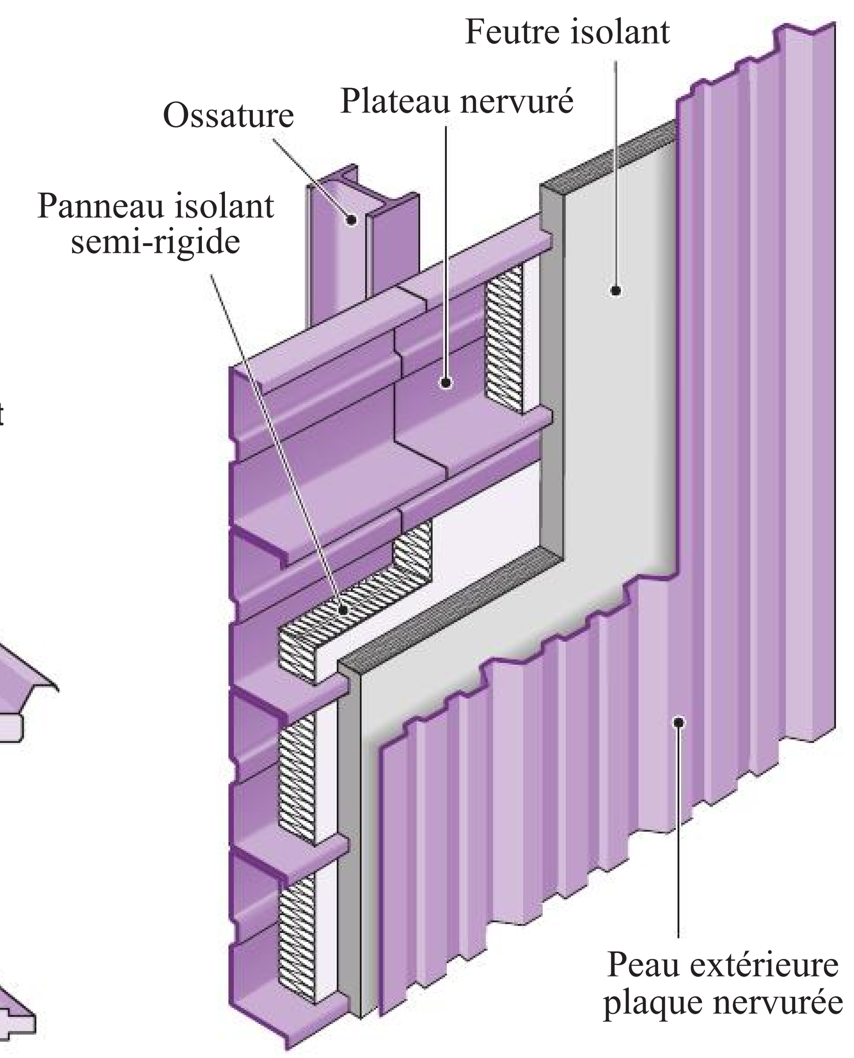
Les bardages métalliques forment l'enveloppe verticale des bâtiments industriels, agricoles, voire tertiaires. Ils sont composés de plaques métalliques nervurées en tôle d'acier ou d'aluminium protégées contre la corrosion et posées sur des ossatures. Ces bardages permettent de réaliser, simultanément ou non, une isolation thermique ou acoustique par la mise en œuvre de panneaux isolants entre une peau intérieure et une peau extérieure en plaques nervurées.

Bardages à simple et double peau

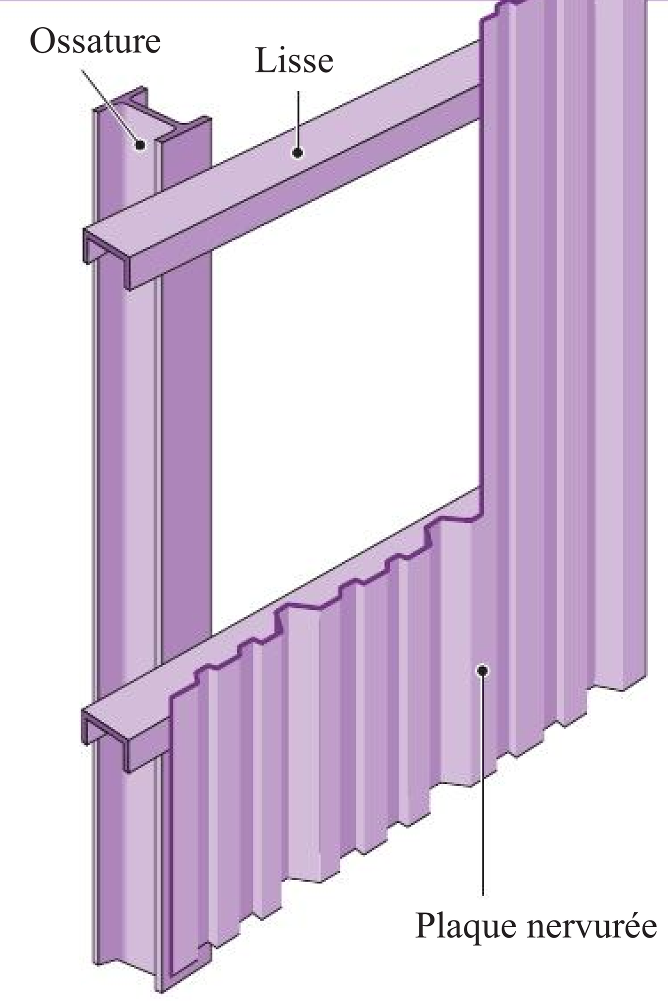
Sont distinguées trois catégories de bardages métalliques :
- les bardages à double peau composite (ou panneau sandwich) constitués de deux parements métalliques entre lesquels est inséré, de manière industrielle, un élément isolant en mousse de polyuréthane ou en laine minérale (a) ;
- les bardages à double peau isolants, assemblés sur le chantier (b) ;
- les bardages à simple peau, qui ne reçoivent pas d'isolation thermique (c).



a Bardage à double peau composite



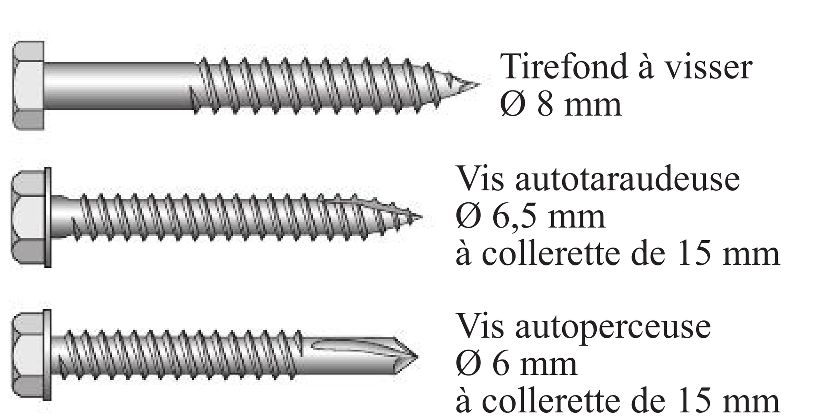
b Bardage à double peau



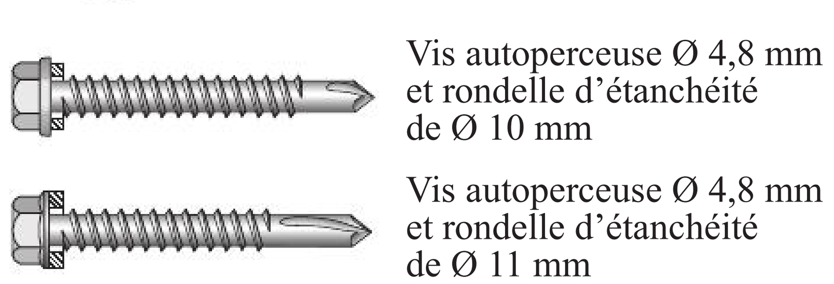
c Bardage à simple peau

Fixations

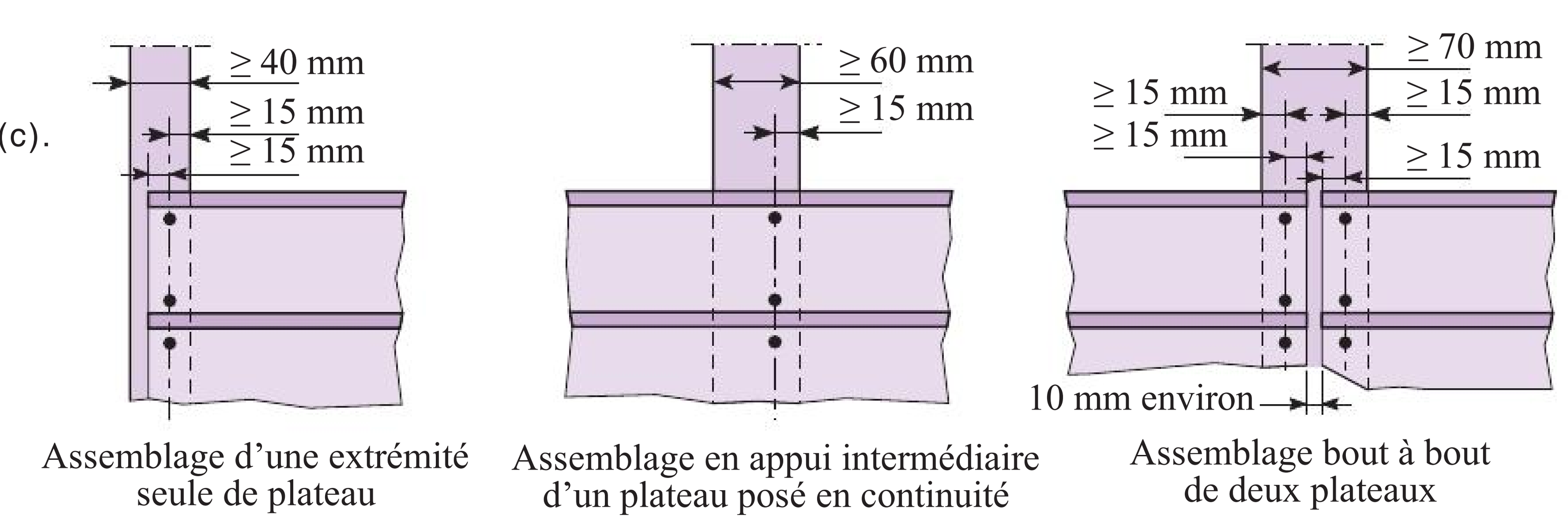
Les vis et les tirefonds sont utilisés pour fixer les plateaux sur l'ossature (a) et les plaques nervurées sur les plateaux (b). Le nombre et la position des fixations dépendent de l'assemblage (c). Le recouvrement des plaques est donné par la retombée minimale de la nervure de rive (d). La fixation (couture) par rivets impose le prépercement des tôles à assembler (e).



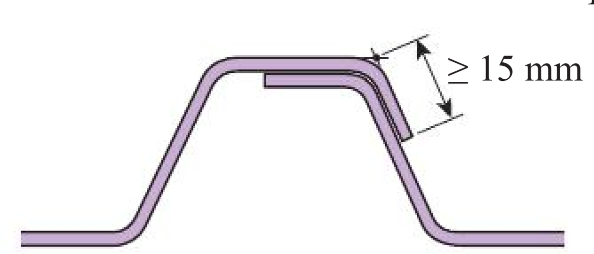
a Fixation des plateaux sur l'ossature



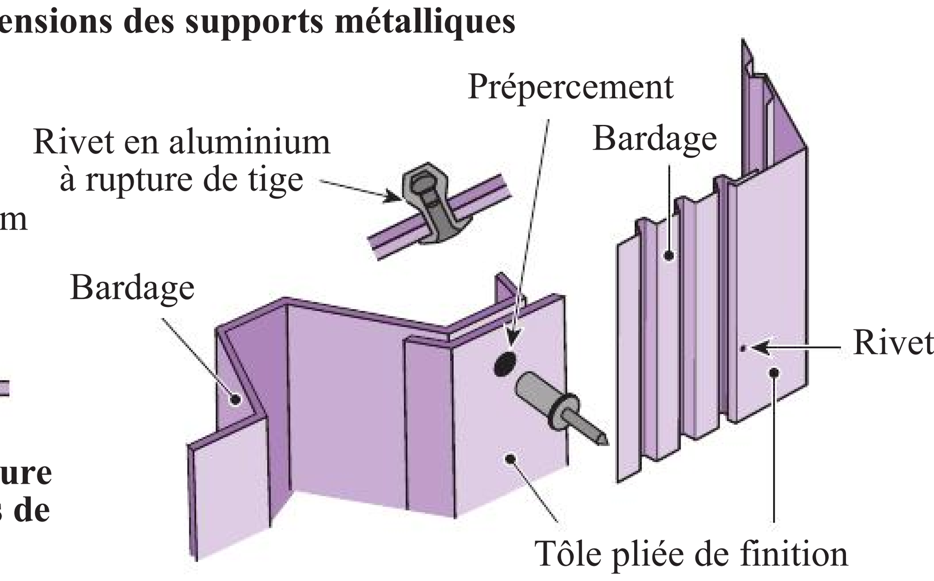
b Fixation des plaques sur les plateaux



c Fixations et dimensions des supports métalliques



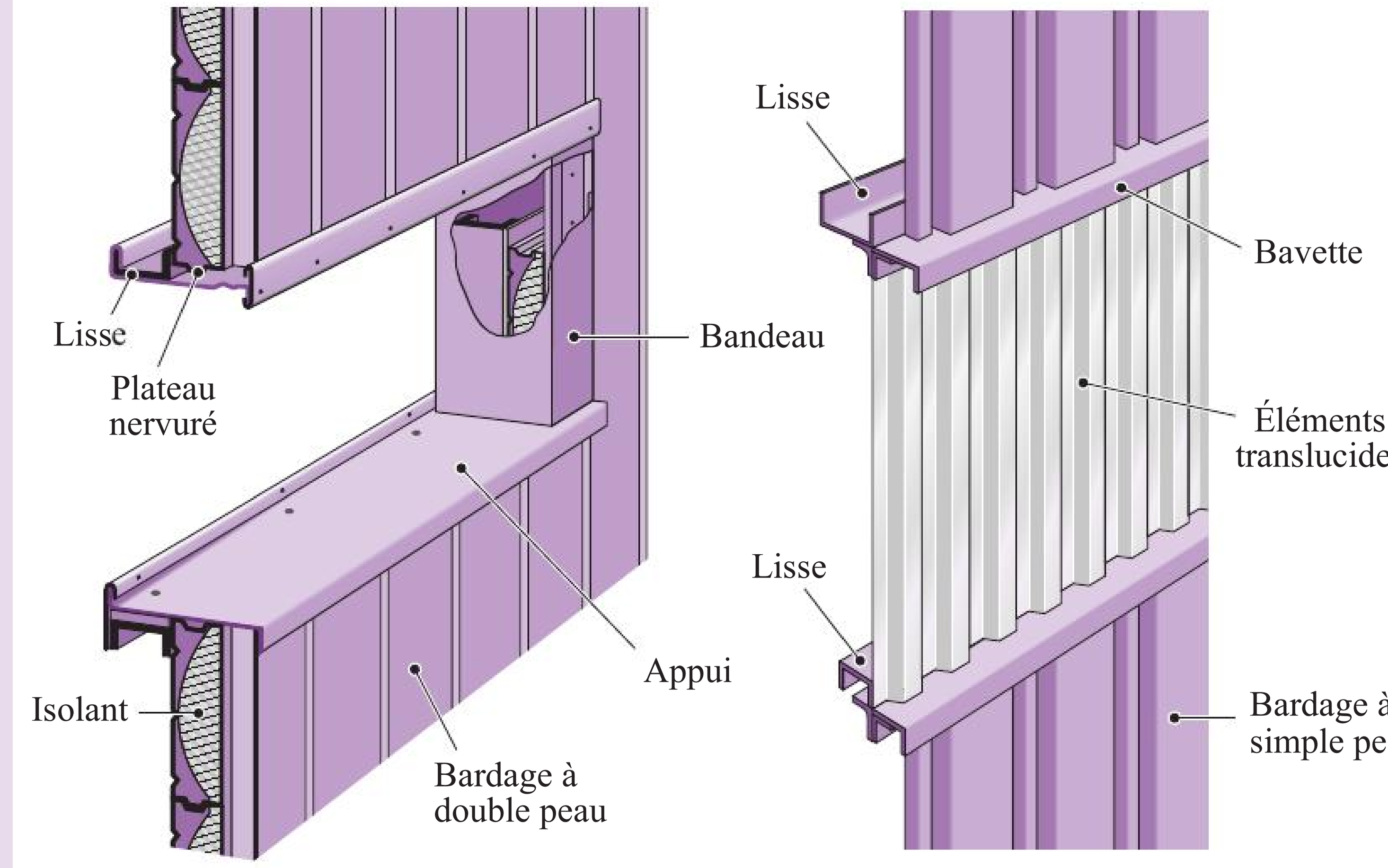
d Retombée minimale de la nervure de rive emboîtante des plaques de peau extérieure



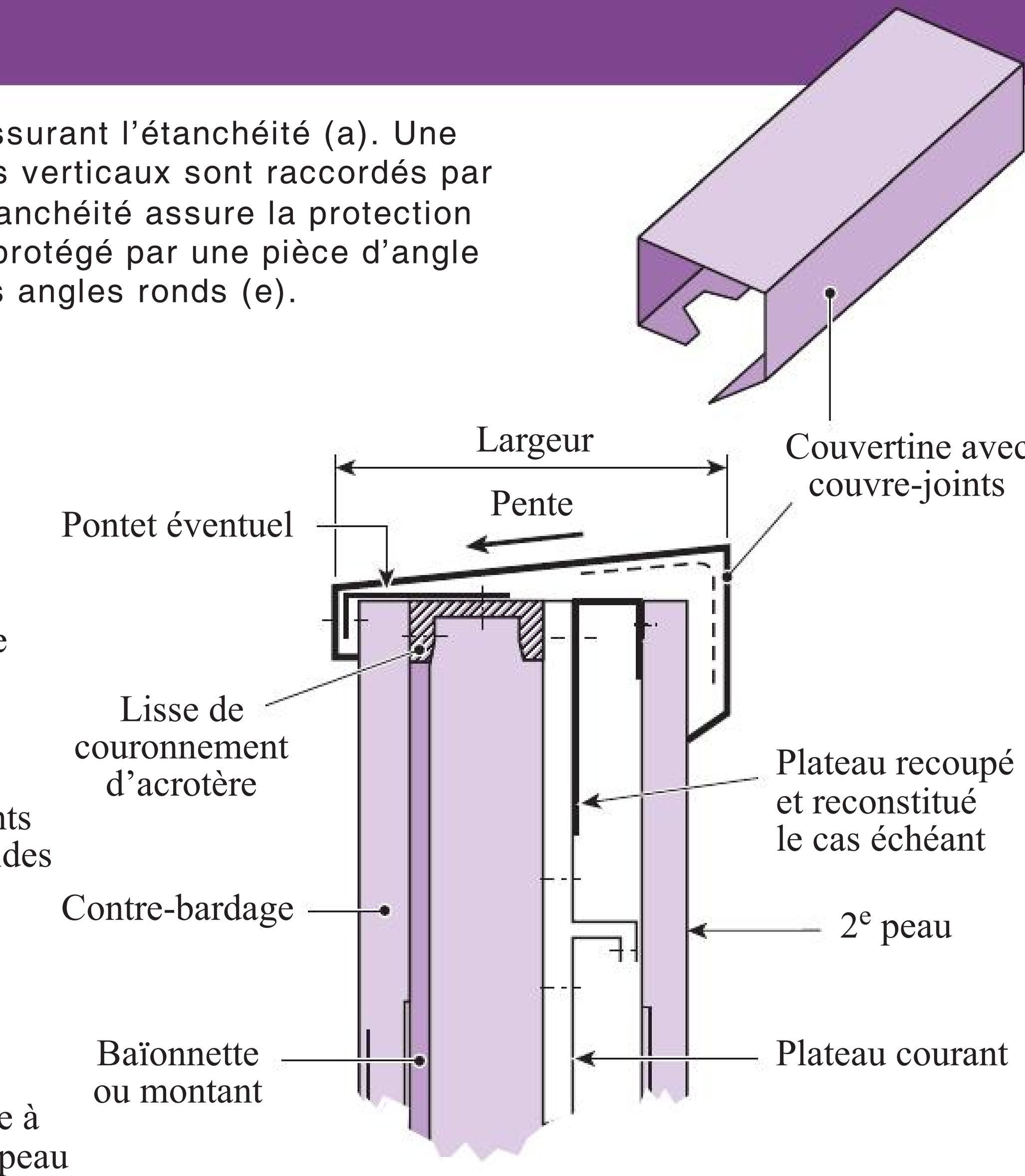
e Rivets de couture

Points singuliers

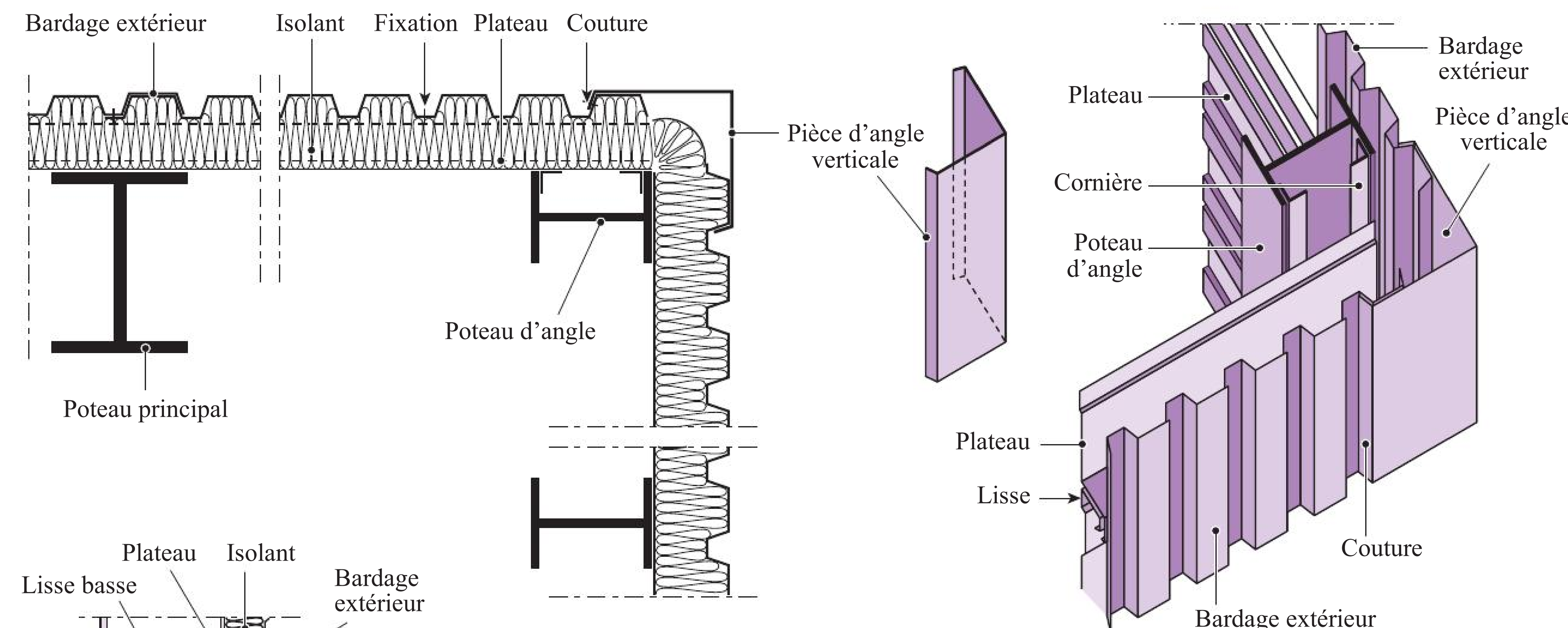
Le traitement des baies et des ouvertures doit mettre en œuvre un calfeutrement assurant l'étanchéité (a). Une couvertine doit chapeauter le bardage en tête (b). Les angles sortants des bardages verticaux sont raccordés par une pièce d'angle en tôle assurant l'étanchéité à l'aide de plis (c). Une bavette d'étanchéité assure la protection en pied de paroi (d). Le raccord des angles sortants des bardages horizontaux est protégé par une pièce d'angle en tôle assurant l'étanchéité à l'aide de plis ou au moyen d'une tôle cintrée pour les angles ronds (e).



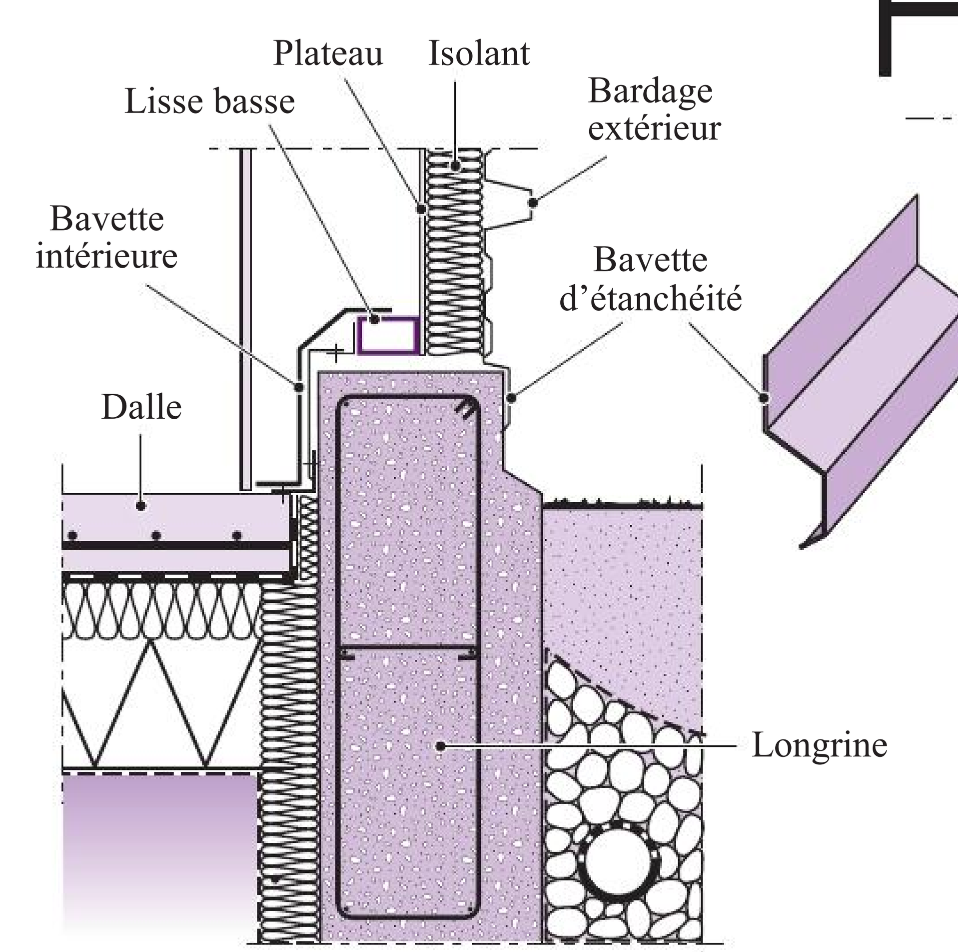
a Traitement des baies et des ouvertures



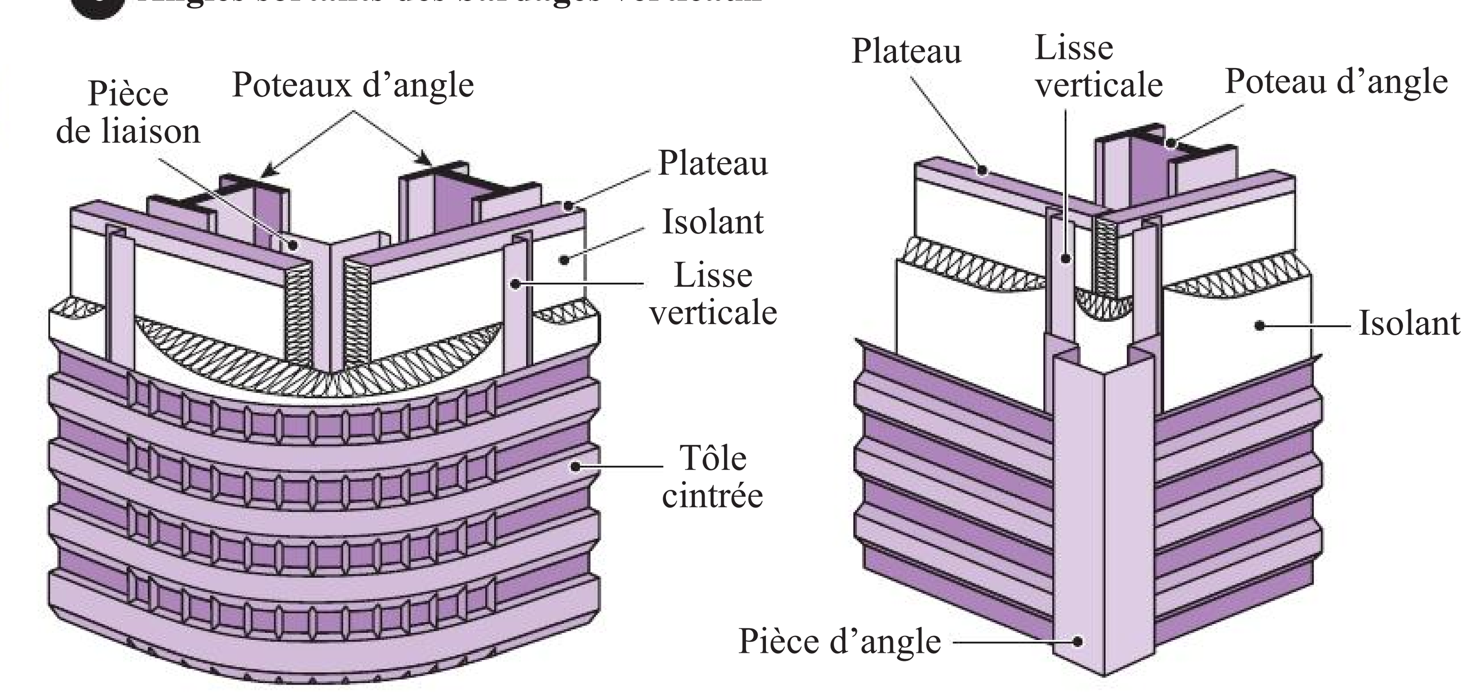
b Finition en tête de bardage métallique par couvertine



c Angles sortants des bardages verticaux



d Pied de paroi



e Angles sortants des bardages horizontaux

Comment ça marche

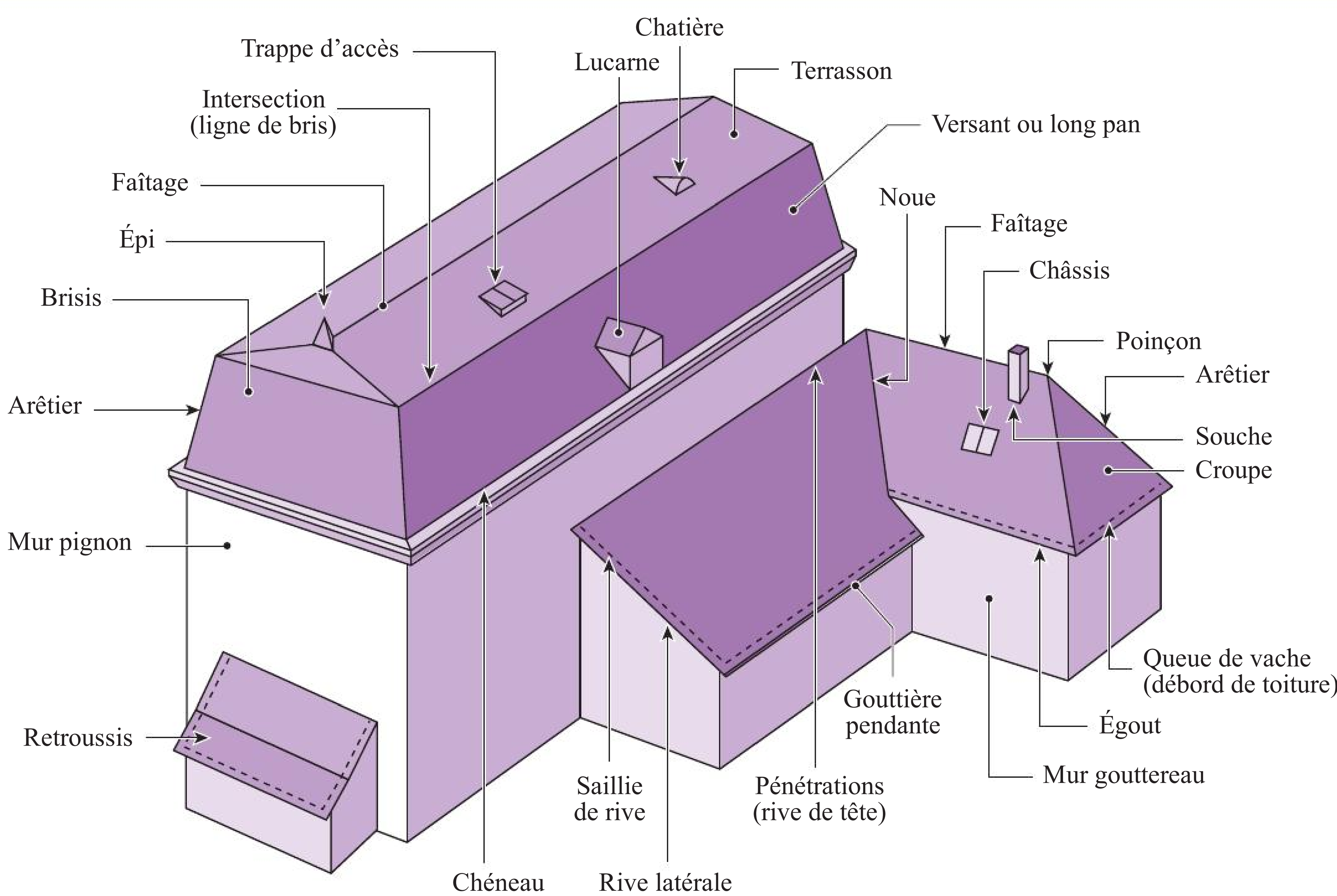
Terminologie des toitures

La toiture, aussi appelée couverture, couvre la partie supérieure des bâtiments. Elle a pour fonction de les protéger des intempéries et de l'humidité et ne participe généralement pas à la stabilité du bâtiment. Elle est supportée par la charpente qui peut être en bois, en métal ou en béton. La toiture est conçue et dimensionnée pour faciliter l'écoulement des eaux pluviales et résister aux charges de neige. Elle doit être esthétique et présenter une bonne résistance mécanique. L'ensemble charpente et couverture est appelé « comble ».

Vocabulaire des combles et des lignes de toiture

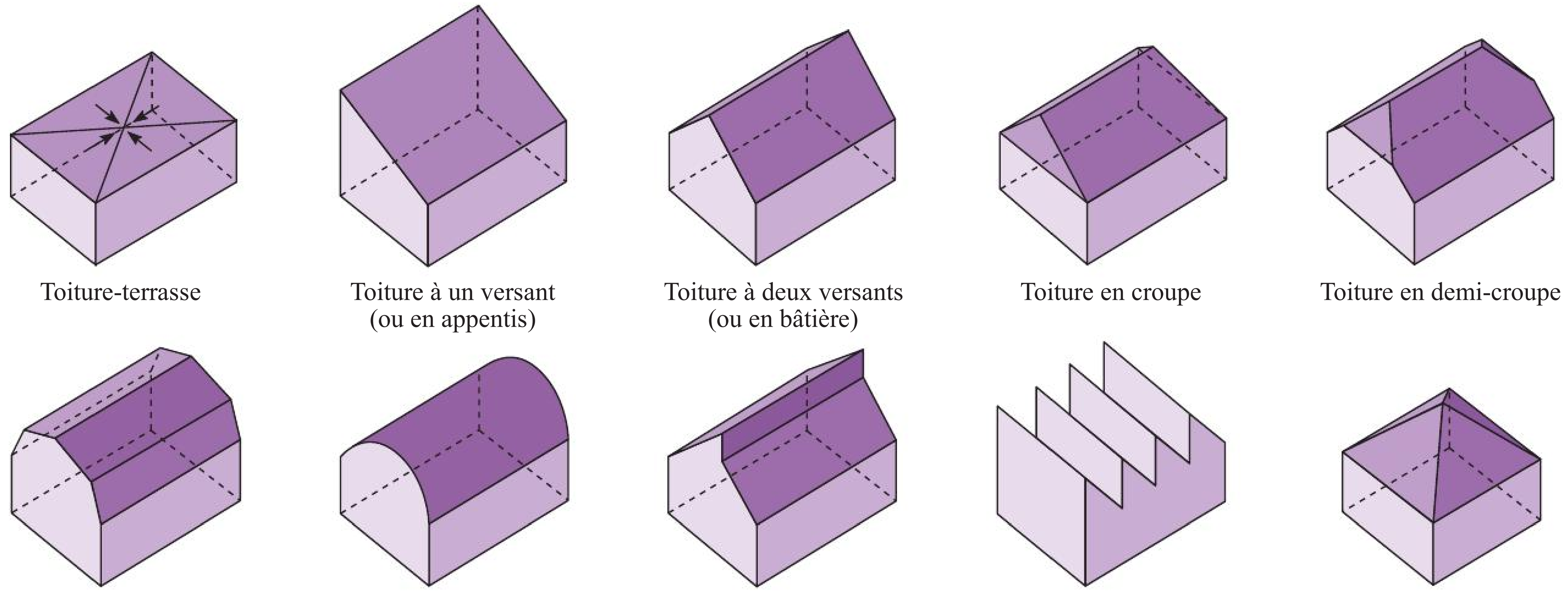
Sont distingués les combles à un, deux ou quatre versants qui peuvent présenter, suivant leur configuration, des pentes faibles et d'autres proches de la verticale. Des lucarnes, châssis ou fenêtres de toit permettent l'entrée de la lumière du jour dans les pièces situées sous les combles.

Les plans formant le comble sont limités par des lignes de toiture, classées en trois familles :
- les rives, limites des différents plans du comble avec le vide ;
- les intersections, jonction de deux plans du comble ;
- les pénétrations, jonctions d'un plan du comble avec une partie du bâtiment.



Principales formes de combles

La forme et l'inclinaison de la toiture conditionnent le choix de la couverture et déterminent l'apparence extérieure du comble. La forme du toit est réalisée en tenant compte des fonctions du bâtiment, de son exposition aux intempéries et de la région concernée.
Le toit à deux versants est aujourd'hui la forme la plus répandue de toit incliné.

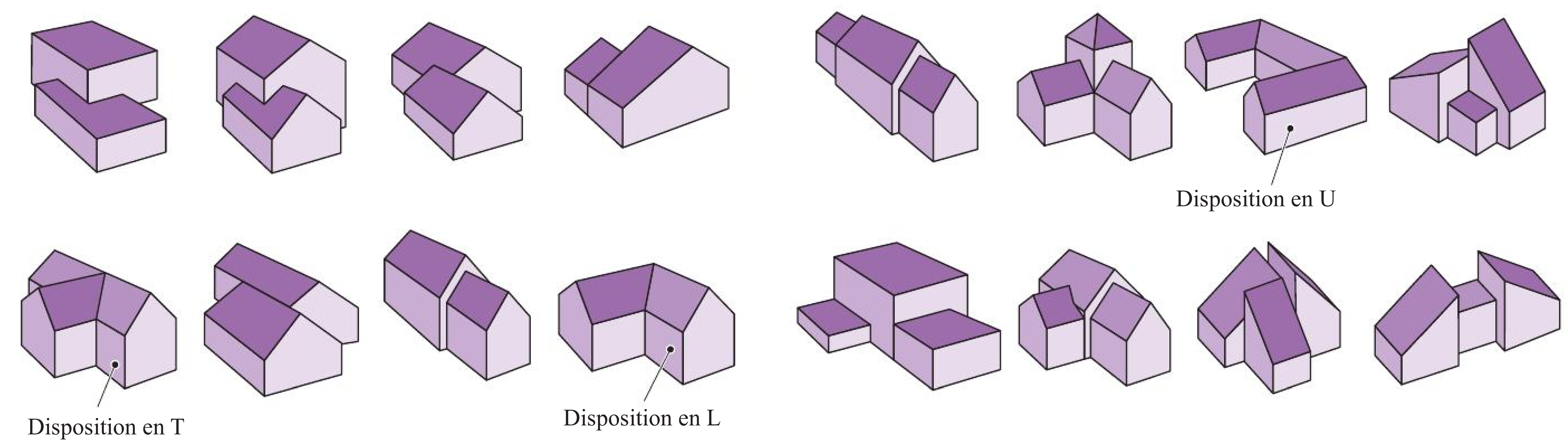


Toiture-terrasse — Toiture à un versant (ou en appentis) — Toiture à deux versants (ou en bâtière) — Toiture en croupe — Toiture en demi-croupe

Toiture à la Mansart — Toiture en berceau — Toiture à versants décalés — Toiture (shed) à redents — Toiture en pavillon

Combles de bâtiments en deux ou trois volumes

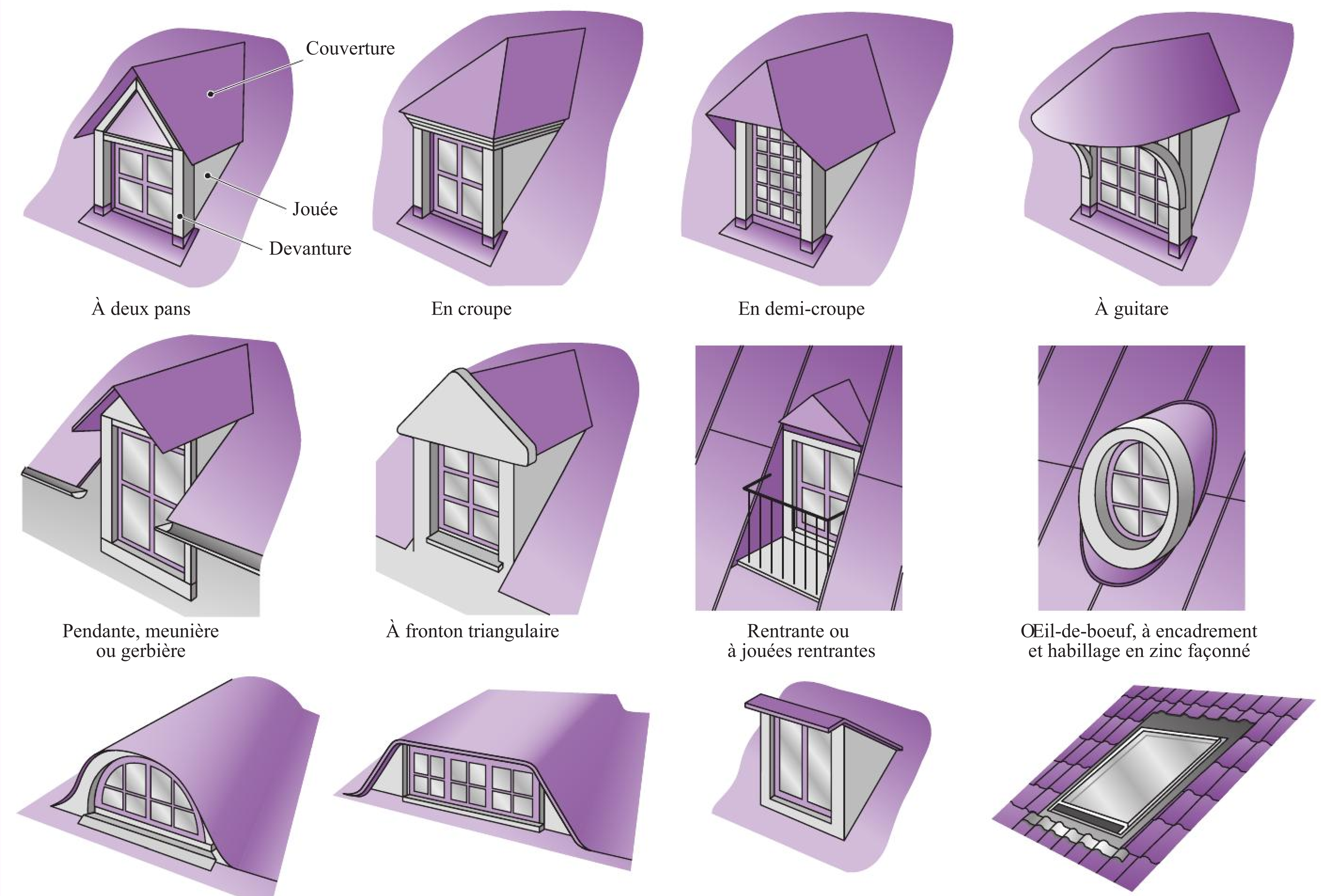
Les bâtiments constitués d'un seul volume enferment la construction dans une enveloppe rigide qui offre peu de possibilités de formes pour les combles. Avec deux ou trois volumes correctement disposés, l'esthétique des formes des combles gagne en caractère.



Bâtiments en 2 volumes — **Bâtiments en 3 volumes**

Lucarnes et fenêtres de toit

La lucarne est une ouverture dans la toiture composée d'une devanture qui reçoit la fenêtre, de deux faces latérales appelées jouées et d'une couverture qui peut être à une, deux ou trois pentes ; c'est la forme de la couverture qui détermine son appellation. Elle se différencie par la position verticale de sa devanture alors que les châssis et fenêtres de toit sont placés dans le sens de la pente.



À deux pans — En croupe — En demi-croupe — À guitare

Pendante, meunière ou gerbière — À fronton triangulaire — Rentrante ou à jouées rentrantes — Œil-de-boeuf, à encadrement et habillage en zinc façonné

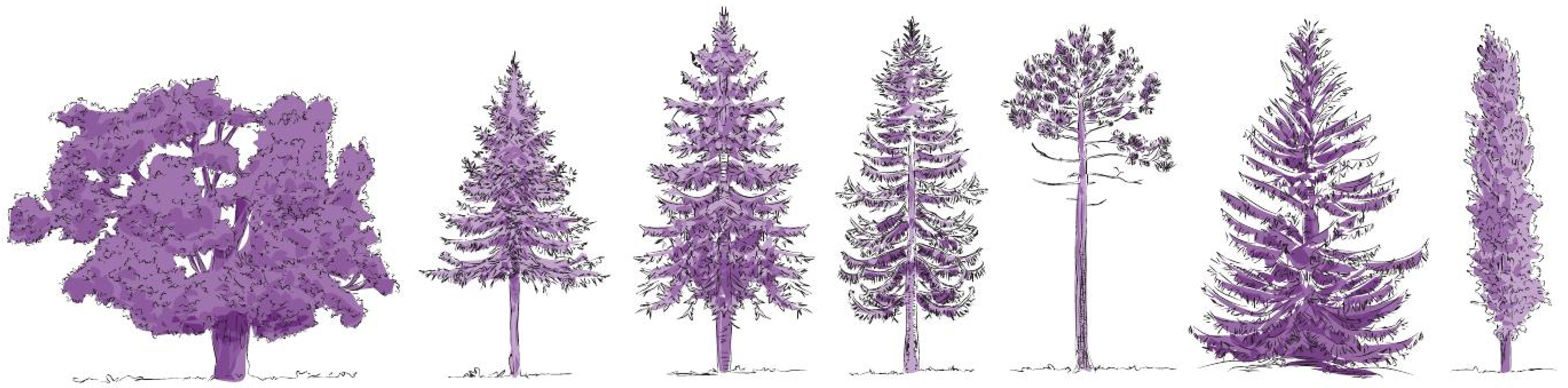
À jouées galbées — En trapèze ou rampante à jouées biaises — Chien-assis ou lucarne retroussée — Châssis ou fenêtre de toit

Bois de charpente

Les forêts de France offrent de nombreuses essences de bois de charpente. Des essences provenant de différentes régions du monde peuvent également être utilisées, notamment le sapin Baumier, le pin de Murray ou le pin Ponderosa provenant d'Amérique du Nord, ou encore les bois rouges importés d'outre-mer, d'Asie ou d'Amérique du Sud. Les bois aboutés, les bois massifs reconstitués (BMR), le bois lamellé-collé ou le lamibois (constitué de fines lamelles collées à fibres parallèles) sont de plus en plus utilisés.

Essences des bois de charpente

Les bois utilisés en France pour les charpentes traditionnelles sont variés et dépendent des régions. Le chêne, très résistant, présent dans le Centre et l'Île-de-France est utilisé pour les charpentes élaborées et apparentes (a) ; le sapin, que l'on trouve dans la plupart des régions métropolitaines, est le plus utilisé (b) ; le douglas dans le Centre (c) ; le mélèze dans les Alpes du sud (d) ; le pin maritime dans les Landes (e) ; plus rarement, l'épicéa dans les zones de moyenne montagne (f) et le peuplier dans les zones humides (g). Pour les charpentes industrielles, le sapin (b), le douglas (c) et le peuplier (g) sont principalement utilisés ainsi que l'épicéa en faible quantité (f).



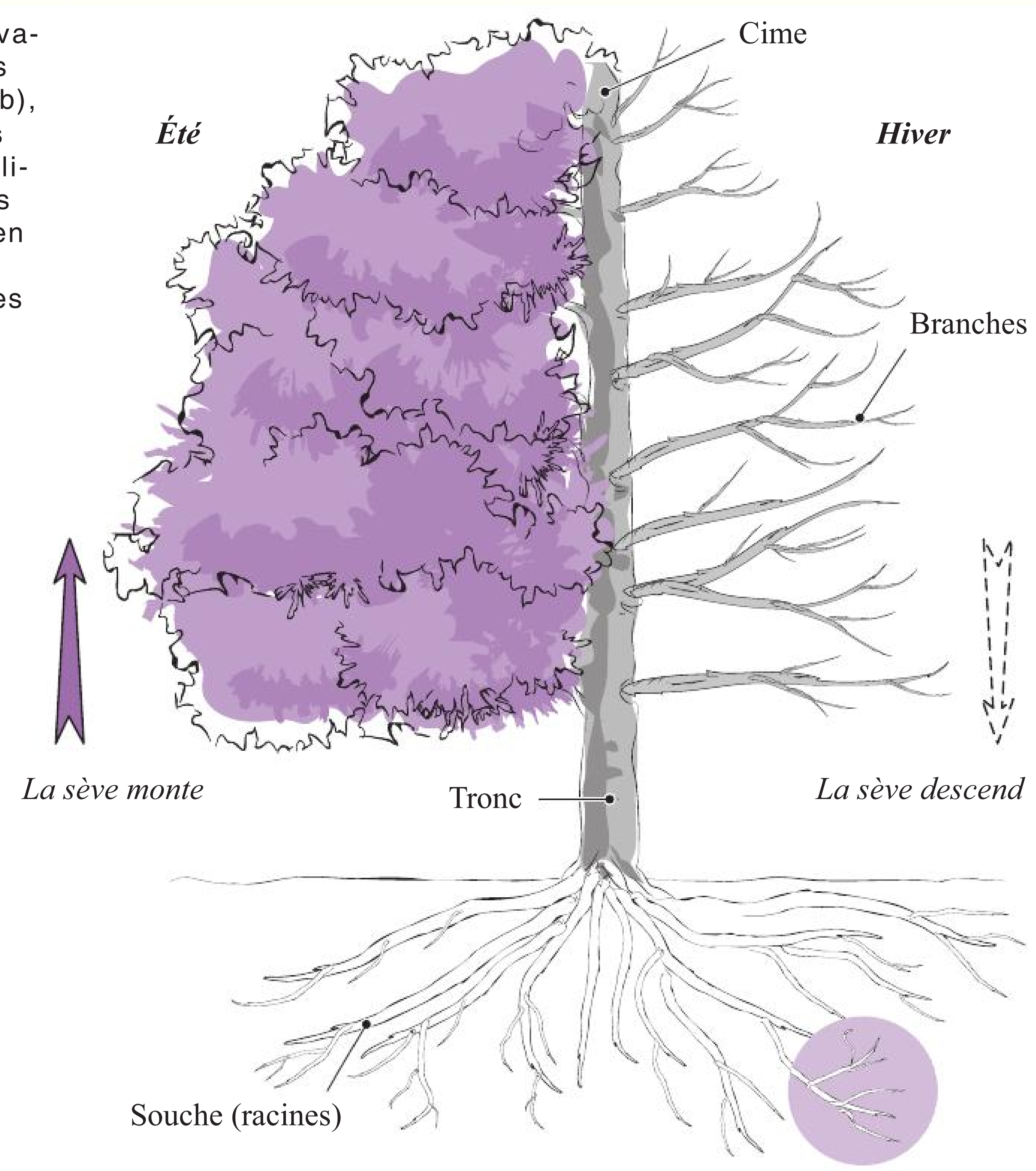
a **Chêne** (6 à 15 m) **b** **Sapin** (3 à 10 m) **c** **Douglas** (5 à 18 m) **d** **Mélèze** (6 à 15 m) **e** **Pin maritime** (6 à 13 m) **f** **Épicéa** (6 à 13 m) **g** **Peuplier** (10 à 20 m)

Abattage et séchage

La saison durant laquelle l'arbre est abattu (a) conditionne sa conservation qui peut varier en fonction des espèces et des essences. Le sens du parcours de la sève dans l'arbre, entre les racines et les feuilles (b), diffère selon les saisons. De mars à octobre, la sève brute monte des racines vers les feuilles dans lesquelles se fait la fonction chlorophylienne ; puis le flux s'inverse et la sève redescend, débarrassée de ses nutriments, de novembre à février. Par tradition, un arbre est abattu en période d'hivernage, lorsque la sève redescend vers les racines, afin d'éviter que le bois ne s'échauffe et ne devienne sensible aux attaques d'insectes xylophages et à l'action de champignons lignivores. Les billes de bois taillées dans les grumes issues de l'abattage sont transportées vers une scierie pour y être débitées.



a **Abattage des arbres en saison hivernale**



b **Parcours de la sève dans l'arbre**

Sections standardisées des bois de charpente et de couverture

Les sections standardisées sont utilisées pour le dimensionnement. Elles concernent les bois secs à 15 % d'humidité et sont plus faibles que les dimensions commerciales.

Désignation	Forme et dimensions (mm)	Désignation	Forme et dimensions (mm)	Désignation	Forme et dimensions (mm)
Madrier	75, 225	Volige	18, 100	Demi-liteau ou latte	15, 27
Bastaing	63, 175		15, 75	Liteaux	27, 27
Chevron	100, 100 ; 100, 75	Demi-volige ou latte	15, 40		27, 22 ; 22, 22
	75, 75 ; 75, 63	Latte	18, 63		15, 27
Demi-chevron	75, 38 ; 63, 38		15, 75	Demi-frise	22, 63
Frise	22, 125	Planche	38, 225	Chanlatte triangulaire	30, 30
Tasseau	25, 40, 40		27, 225		40, 40
	27, 50, 50		22, 175		50, 50
Tasseau d'arêtier	35, 60, 60	Chanlatte	26, 15, 80		60, 60
Tasseau de faîtage	45, 75, 75		26, 15, 50		70, 70

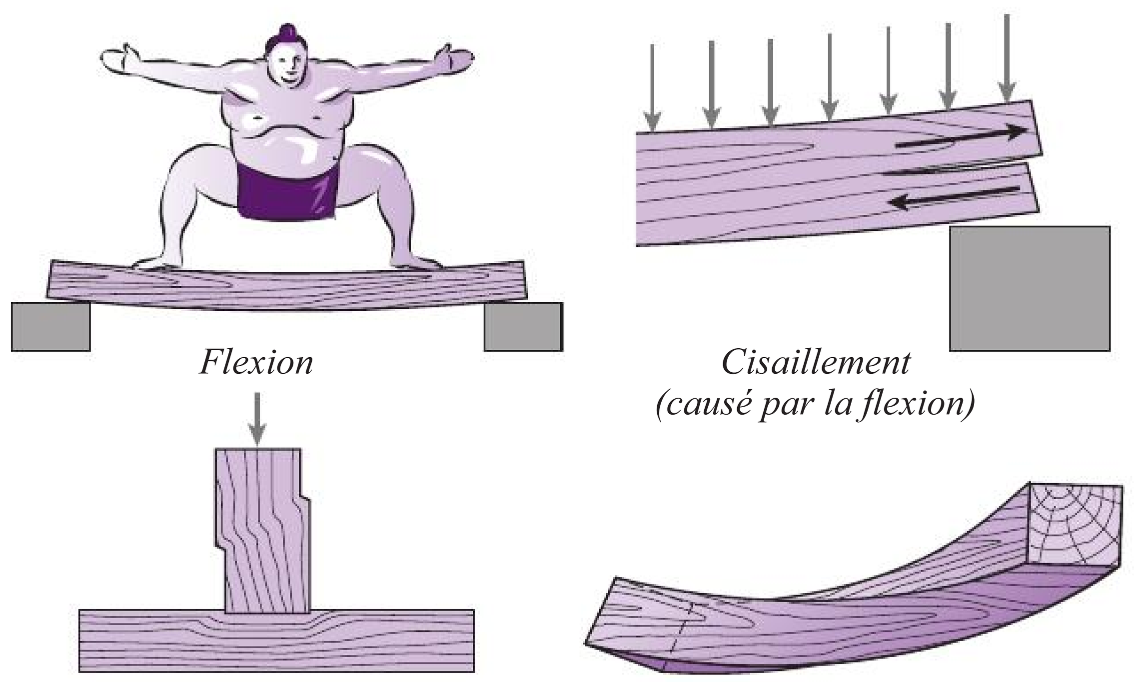
Comportement des charpentes

Comment ça marche

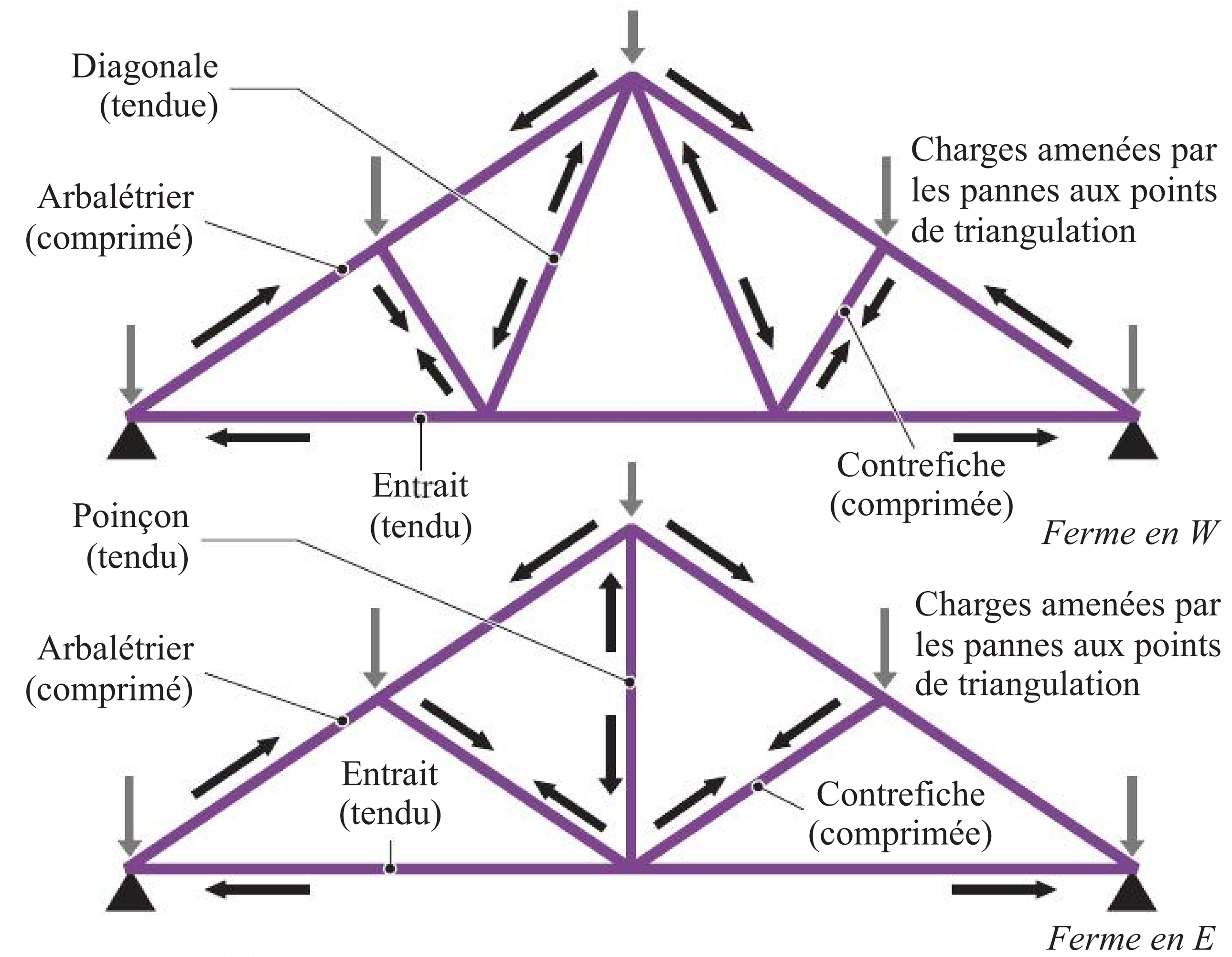
Les sollicitations les plus couramment rencontrées dans les charpentes simples sont la flexion, la compression et la traction. Ces efforts dépendent du type de ferme ainsi que des charges appliquées et de leurs combinaisons : charges permanentes, d'exploitation, de vent ou de neige. Ces charges peuvent être réparties (surfaciques ou linéiques) ou ponctuelles. Le processus d'évaluation successive des forces qui se transmettent d'un élément à l'autre de la charpente jusqu'aux appuis est appelé descente de charge.

Sollicitations mécaniques sur les fermes

Les éléments de charpente sont soumis à des sollicitations mécaniques de traction, de compression, de flexion, de cisaillement et occasionnellement de torsion (a). Ce type d'effort dépend de la position de ces éléments dans la charpente et de leur fonction dans la triangulation de la ferme (b).



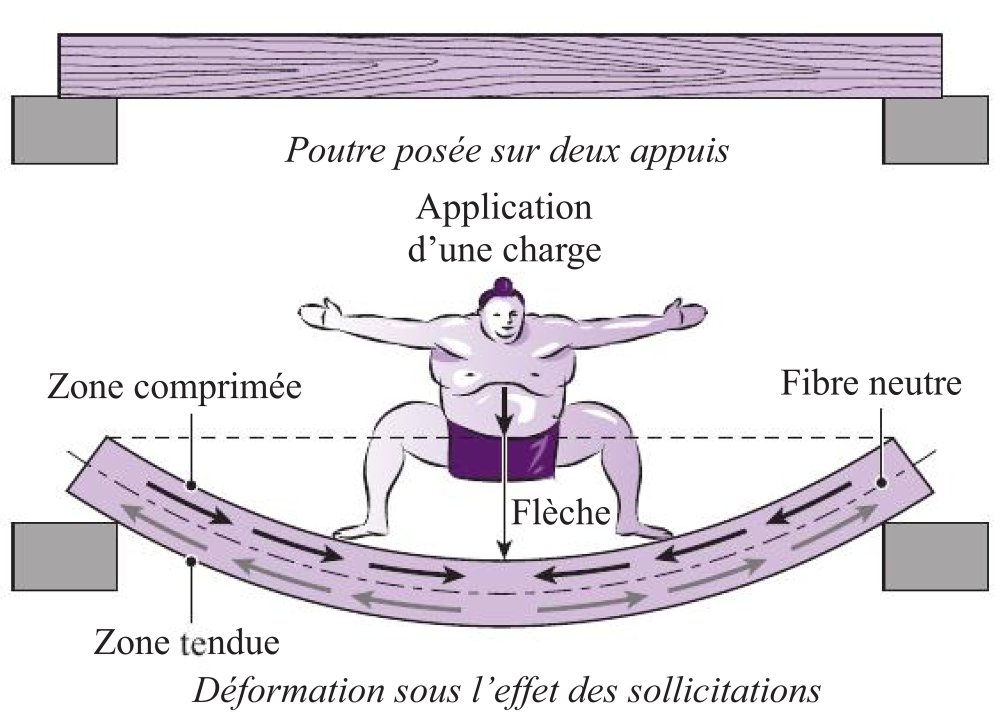
a Sollicitations mécaniques des éléments de charpente



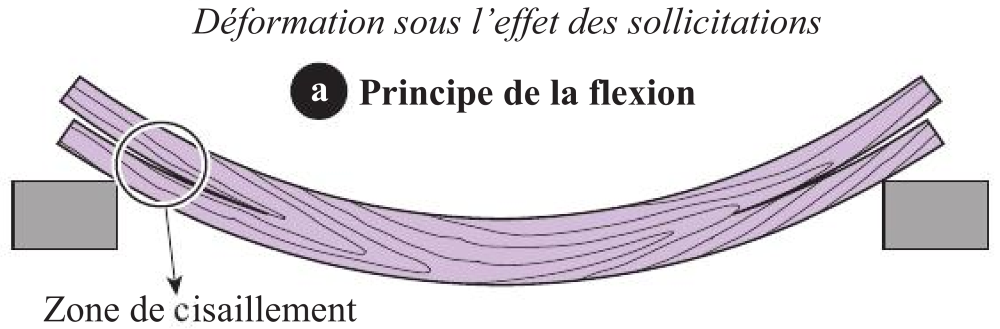
b Fermes symétriques soumises à des charges verticales

Flexion

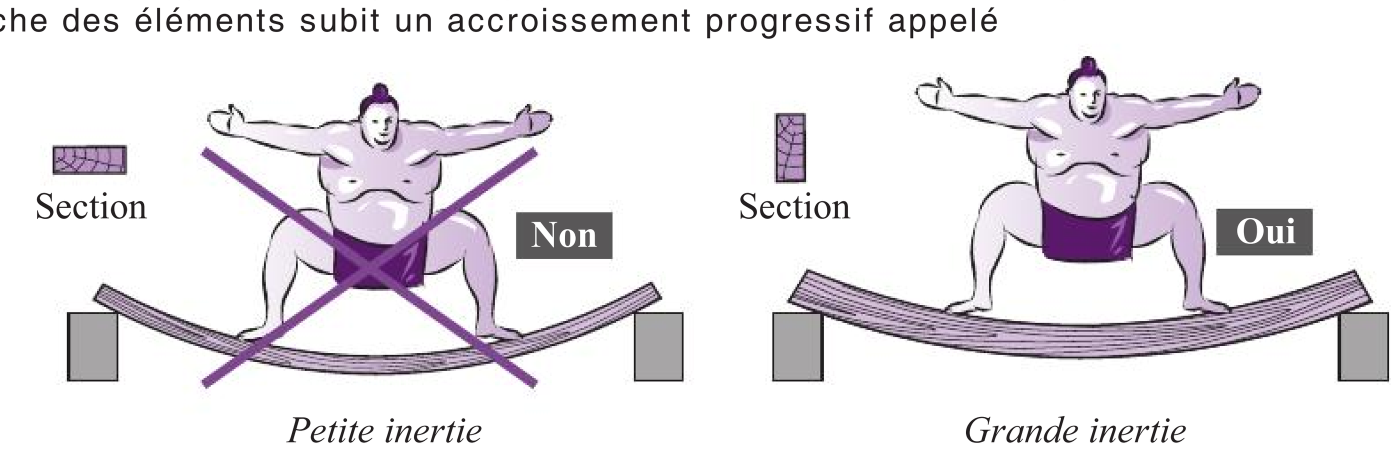
La sollicitation en flexion, qui tend à courber les éléments, leur impose une flèche orientée dans le même sens que les charges appliquées (a) ; elle sollicite les solives, les pannes ou les chevrons. La partie concave de la pièce est comprimée alors que la partie convexe est tendue (moment fléchissant). La partie comprimée tend à s'allonger et la partie tendue à se raccourcir, tandis que la longueur de la partie centrale de la pièce (fibre neutre) ne change pas : cela crée un effort de cisaillement (b) dont le maximum se situe au droit des appuis (effort tranchant). Les éléments doivent être sollicités dans le sens de leur grande inertie (section la plus large) afin d'obtenir le meilleur comportement en flexion (c). Sous l'action des charges de longue durée, la flèche des éléments subit un accroissement progressif appelé fluage (d).



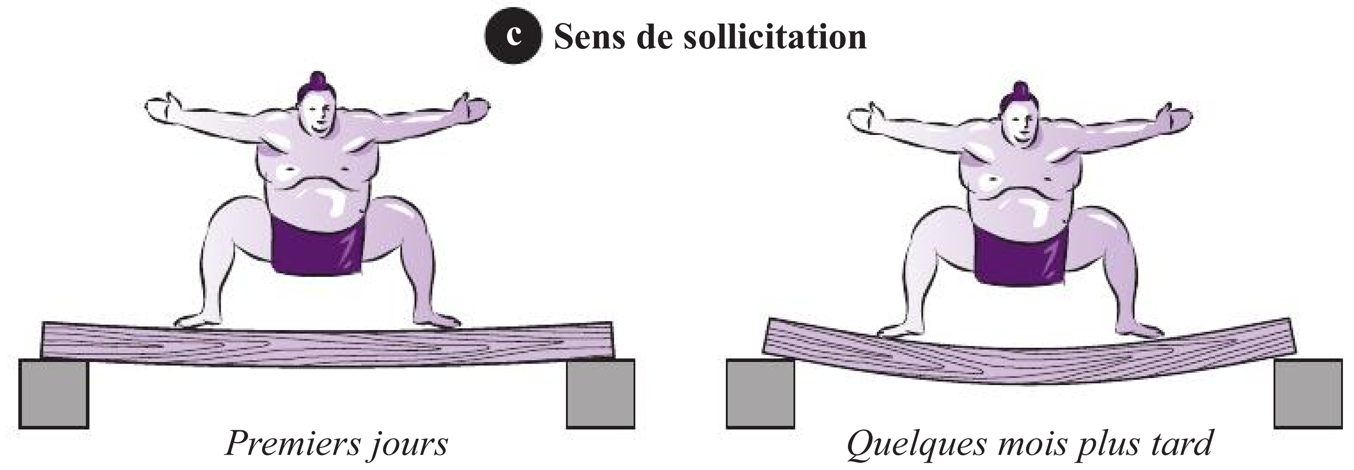
a Principe de la flexion



b Cisaillement longitudinal



c Sens de sollicitation

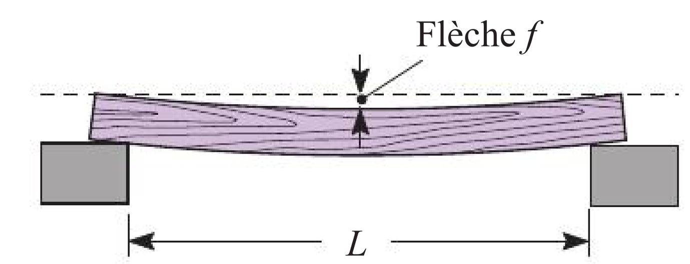


La mise en œuvre de pièces de charpente encore humides peut multiplier leur flèche par deux ou trois pendant les premiers jours ou les premières semaines de chargement et de séchage en place.

d Fluage

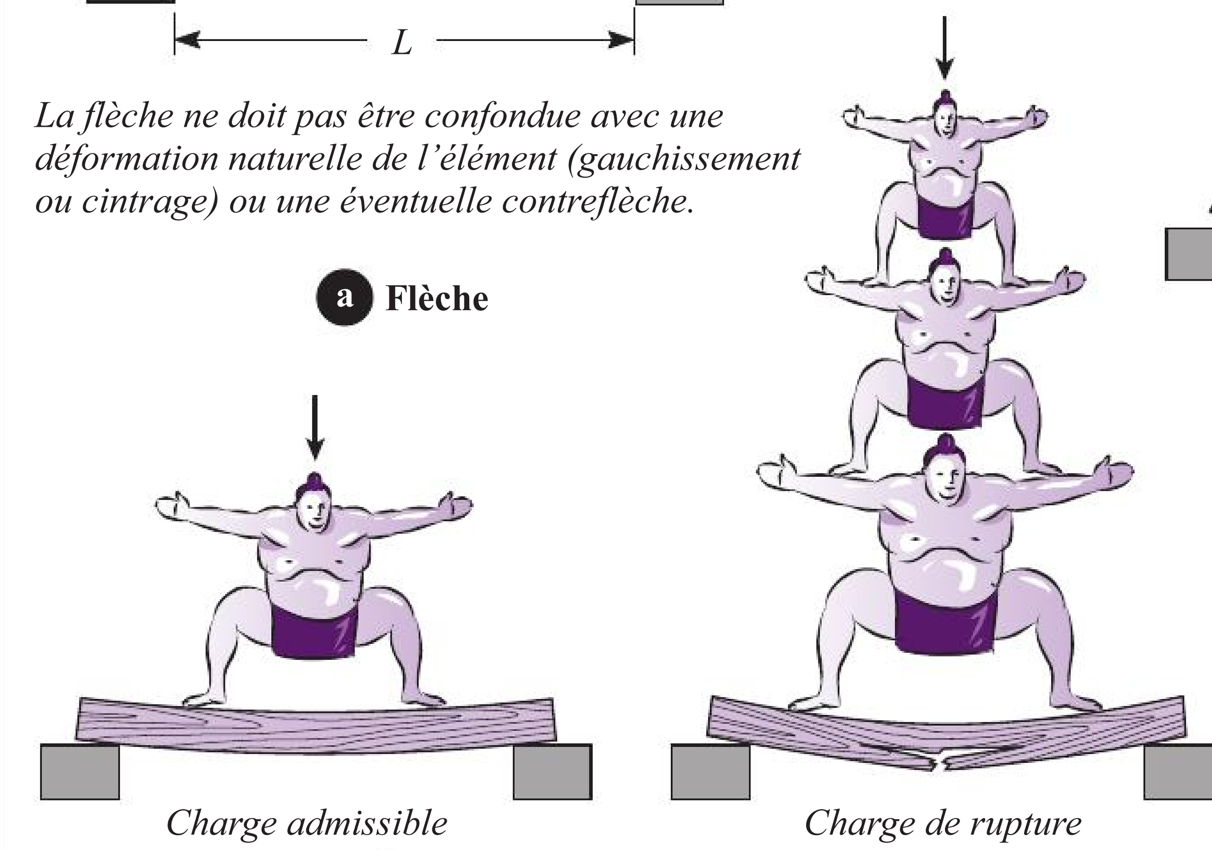
Flèche

Le dimensionnement des pièces de charpente doit respecter des critères de flèche et de résistance. Les critères de flèche (a) visent à réduire les déformations en limitant les flèches à une fraction de la longueur de la pièce (flèche admissible). Les critères de résistance (b) permettent de se prémunir contre la rupture des pièces en limitant leur chargement. La flèche et la résistance des éléments en bois dépendent de la portée, du chargement, du nombre d'appuis, de l'humidité (classe de service) et de la qualité du bois (c). L'augmentation de la portée d'un élément sous une charge répartie fait augmenter sa flèche (d) : pour une portée doublée avec une charge identique, la flèche est multipliée par 16 et la résistance divisée par 4.

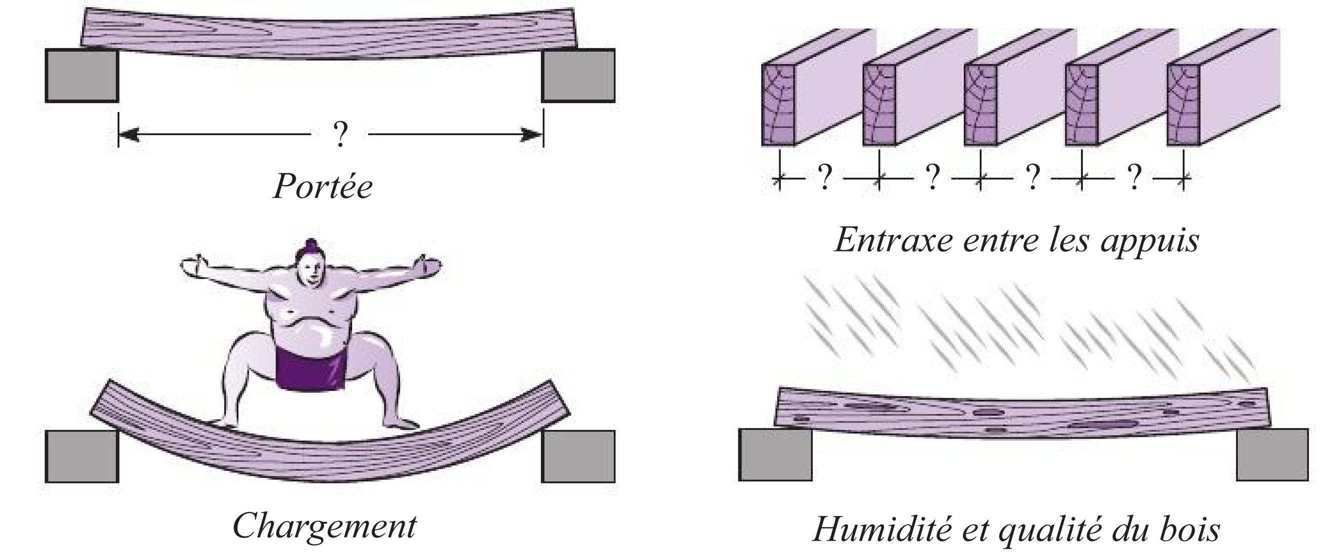


La flèche ne doit pas être confondue avec une déformation naturelle de l'élément (gauchissement ou cintrage) ou une éventuelle contreflèche.

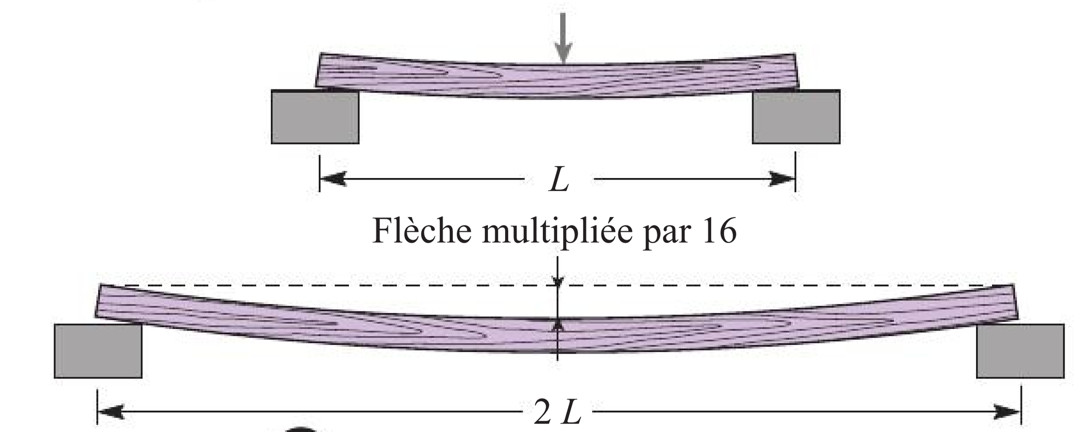
a Flèche



b Résistance à la rupture



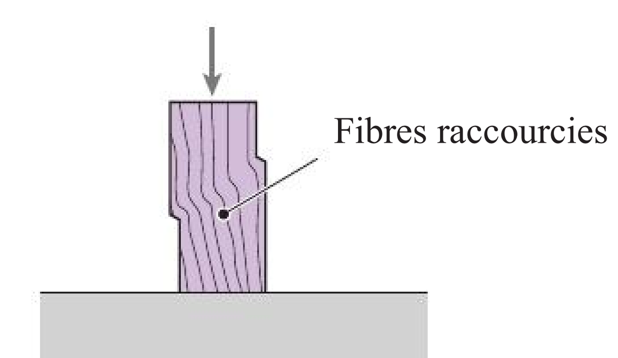
c Influence sur la flèche et la résistance



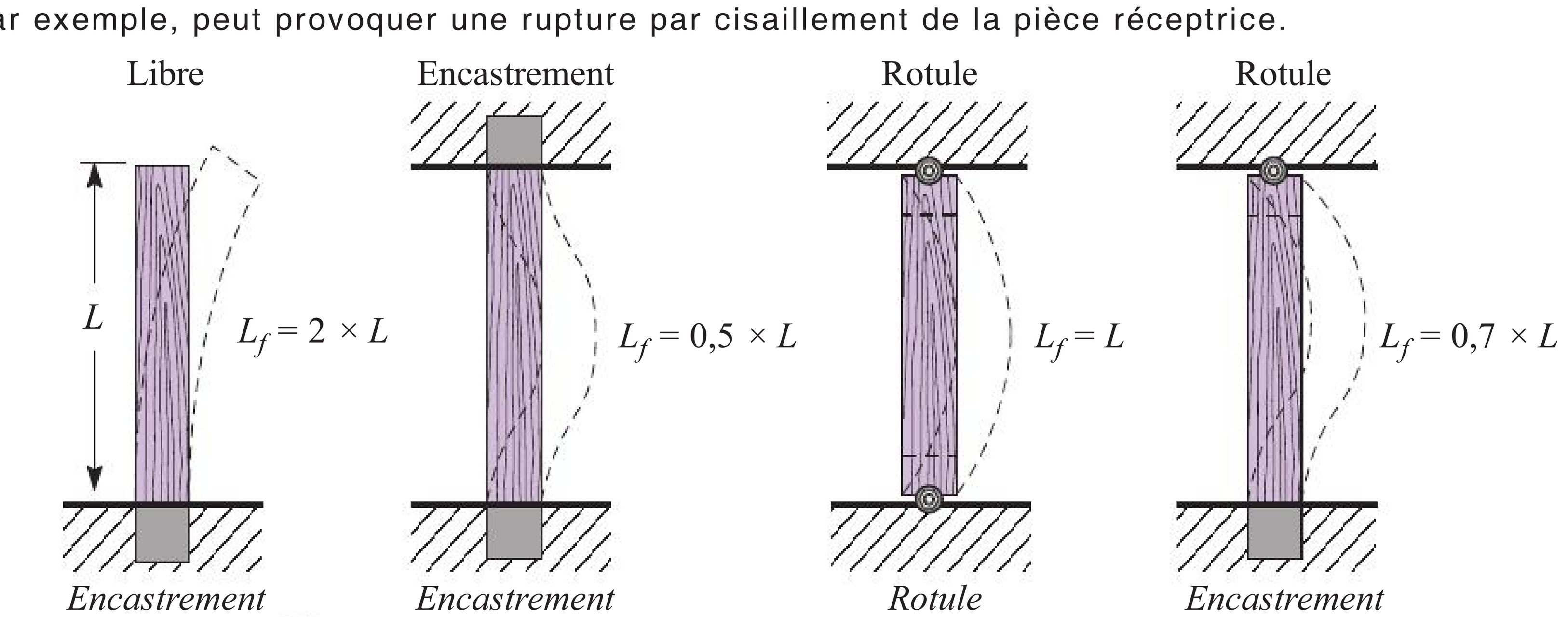
c Augmentation de la portée

Compression

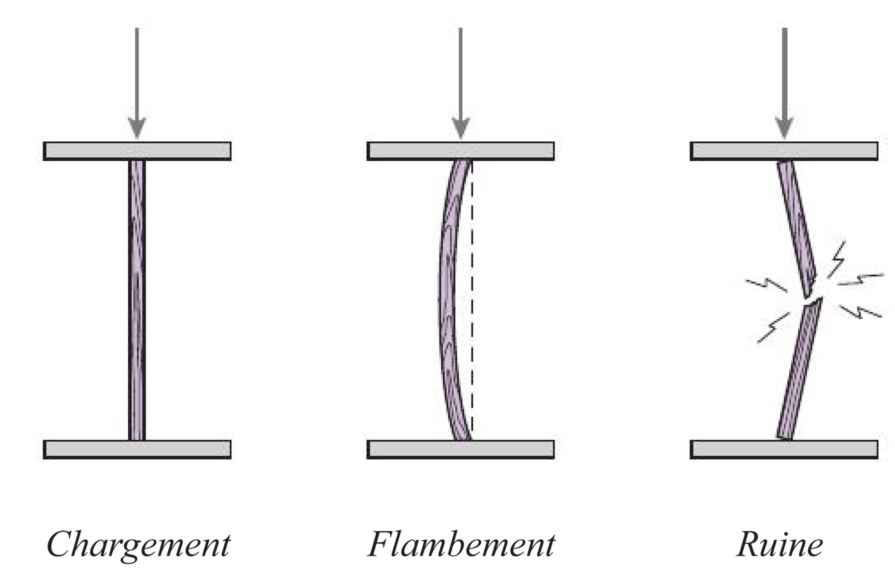
La sollicitation en compression d'un élément de charpente peut être axiale (poteau) ou transversale (appui de poutre).
La compression axiale (a), qui s'applique dans le sens des fibres du bois et tend à les raccourcir, peut entraîner, pour les éléments de longueur importante et de section faible, une déformation appelée flambement (b). Les règles de calcul définissent une longueur de flambement (L_f) qui dépend des caractéristiques des assemblages aux extrémités de l'élément comprimé (c). La charge critique de flambement des pièces comprimées dépend de leur longueur de flambement. La résistance des pièces comprimées est vérifiée d'après leur charge de rupture au flambement (charge critique) qui dépend fortement de leur longueur de flambement. La compression transversale (d), qui s'applique perpendiculairement au fil du bois, tend à écraser les fibres et provoque une pénétration des bois en contact. La compression inclinée par rapport au fil du bois, dans les embrèvements par exemple, peut provoquer une rupture par cisaillement de la pièce réceptrice.



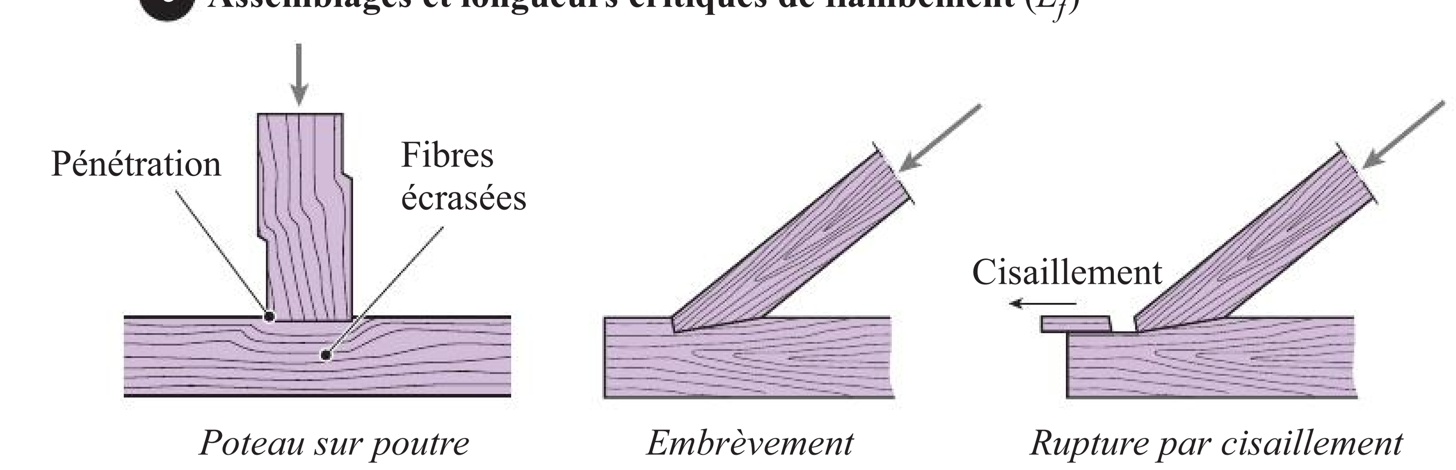
a Compression axiale



c Assemblages et longueurs critiques de flambement (L_f)



b Principe du flambement



d Compression transversale

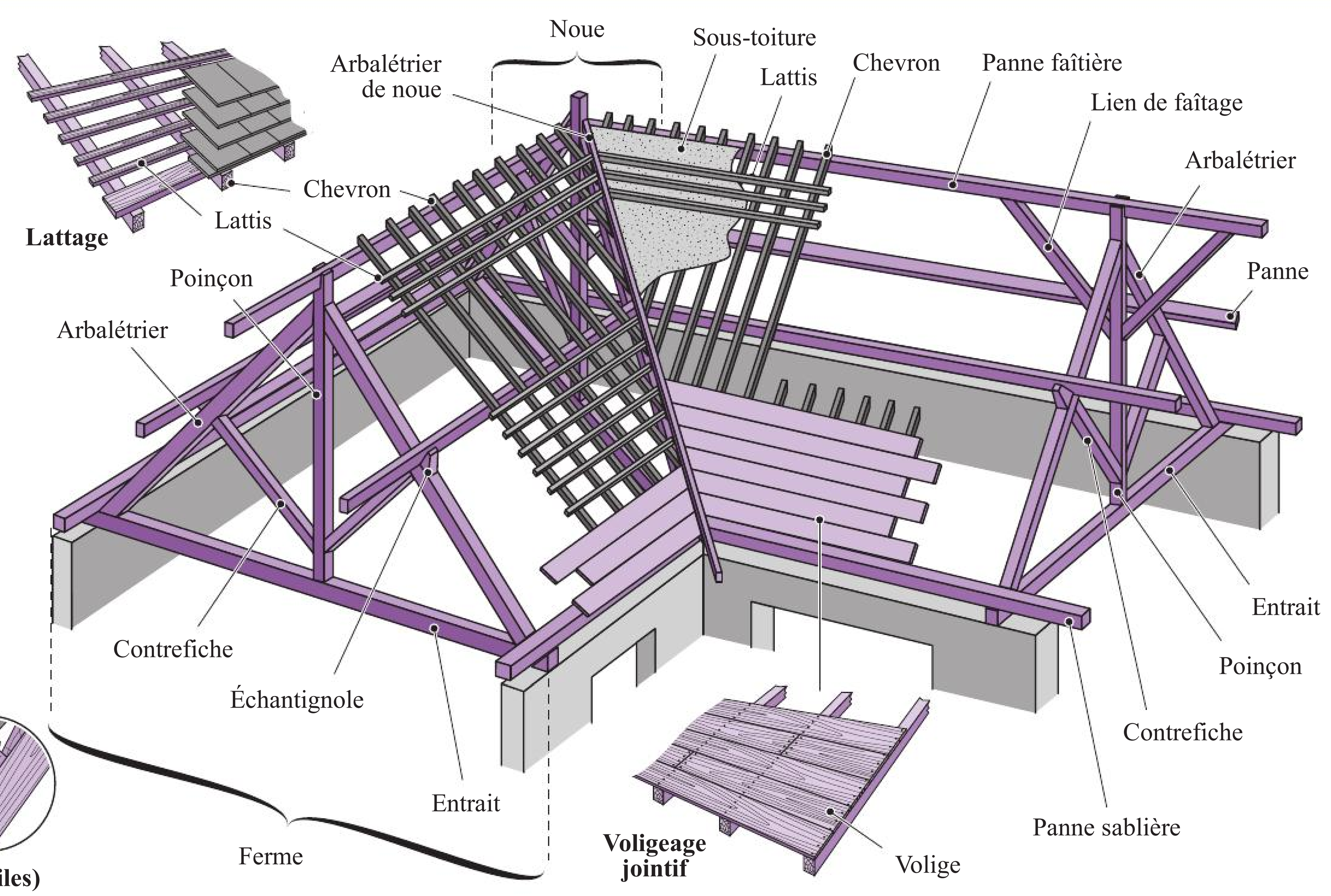
Comment ça marche

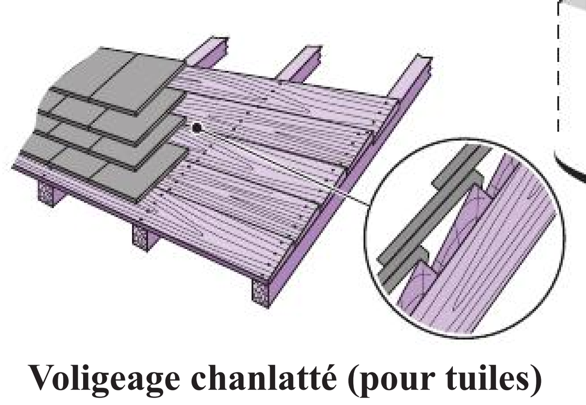
Charpentes traditionnelles en bois

La charpente traditionnelle est composée de plusieurs fermes formant une unité structurale destinée à supporter une couverture. Les fermes, qui se succèdent régulièrement tous les 4 m environ, supportent les pannes, qui soutiennent elles-mêmes les chevrons et la sous-toiture. Les chevrons supportent les liteaux, le voligeage ou des panneaux de particules, qui reçoivent la couverture.

Fermes et éléments de charpente

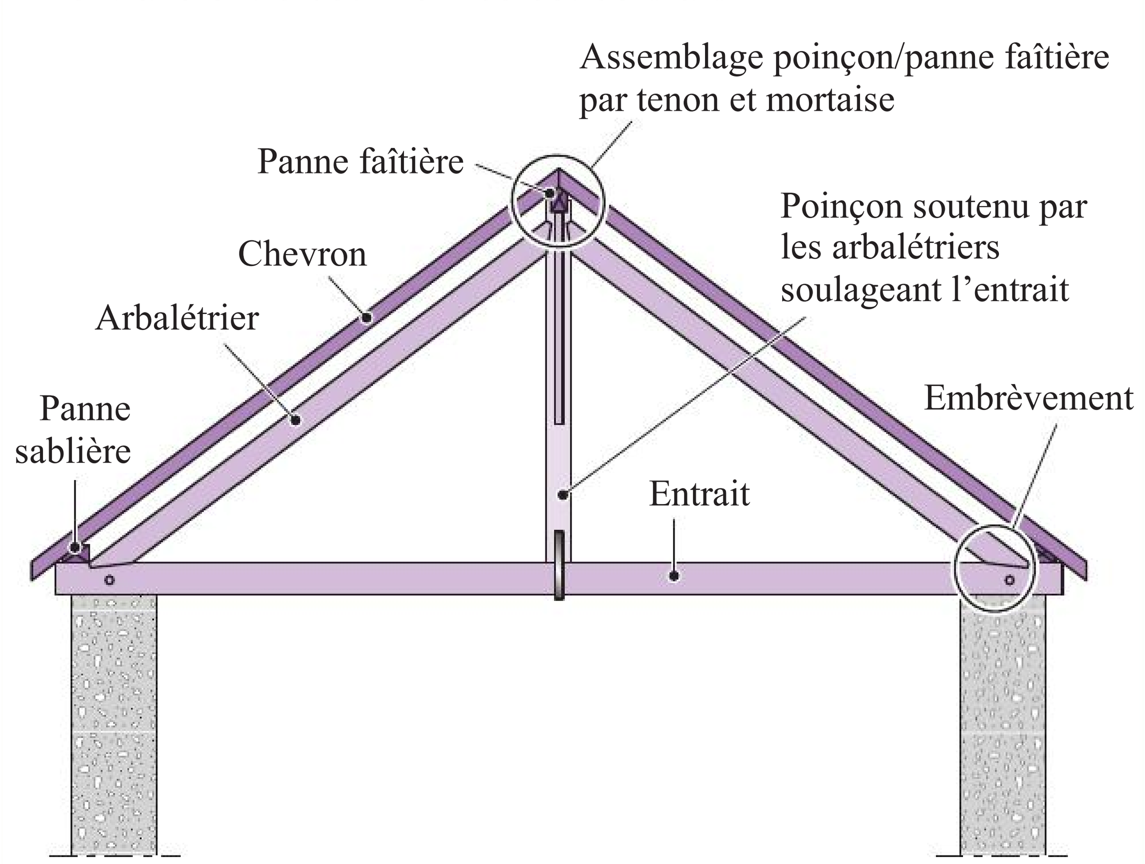
Une ferme simple comprend les pièces de charpente suivantes :
- deux arbalétriers qui supportent les pannes intermédiaires ;
- un ou deux entraits moisés qui maintiennent l'écartement des arbalétriers et supportent le poinçon et les pannes sablières ;
- un poinçon qui assure la liaison entre les arbalétriers et l'entrait, et qui supporte la panne faîtière ;
- deux contrefiches qui assurent la triangulation de la charpente et le renfort des arbalétriers.





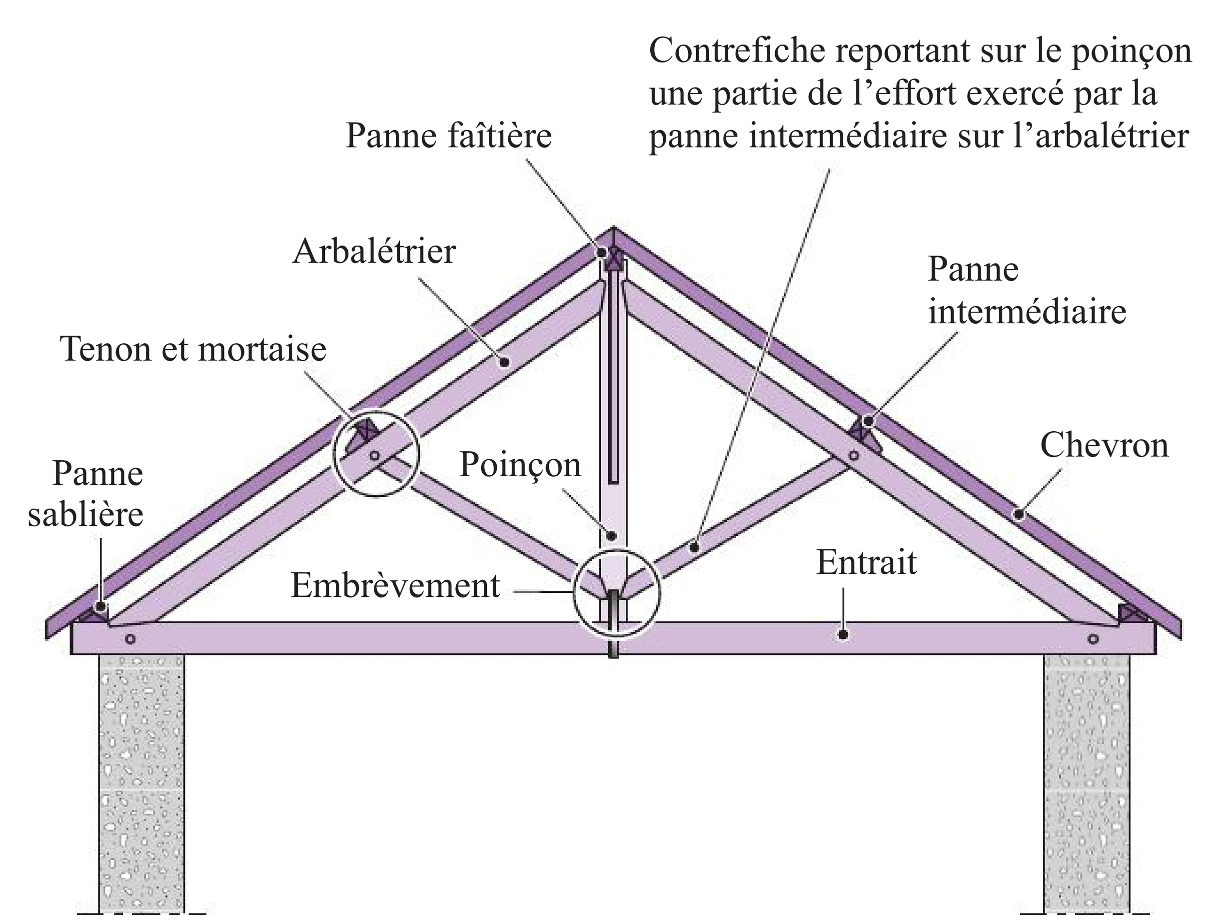
Ferme romane ou ferme simple

Une ferme romane, ferme assemblée la plus simple, permet de créer, avec quelques pièces équarries, une poutre d'inertie suffisante pour couvrir une portée de 6 à 8 m sans transférer d'efforts horizontaux importants aux maçonneries.
L'entraxe entre deux fermes est de 3 à 5 m.



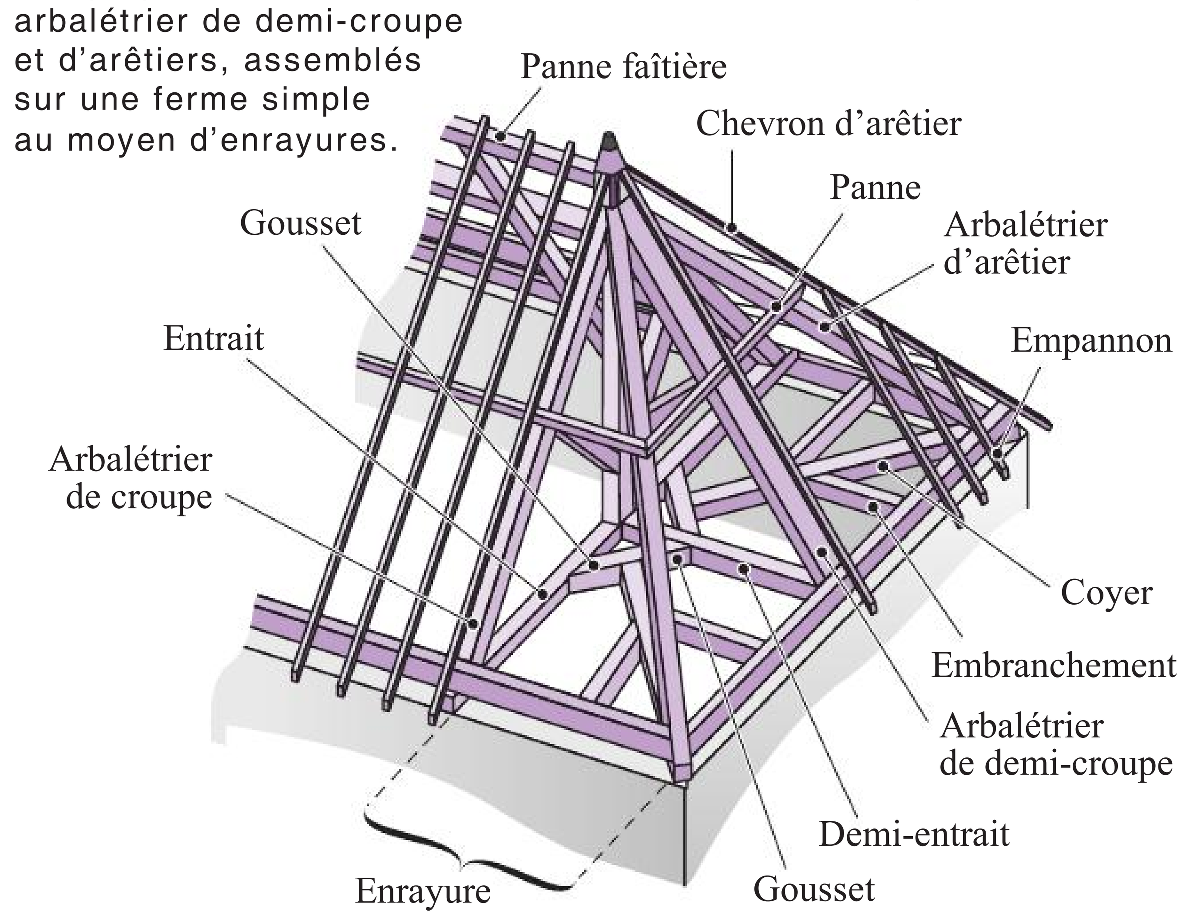
Ferme à entrait, poinçon et contrefiches

Une ferme à entrait, poinçon et contrefiches permet d'obtenir une portée plus importante qu'une ferme simple, mais nécessite des assemblages plus complexes et plus nombreux.



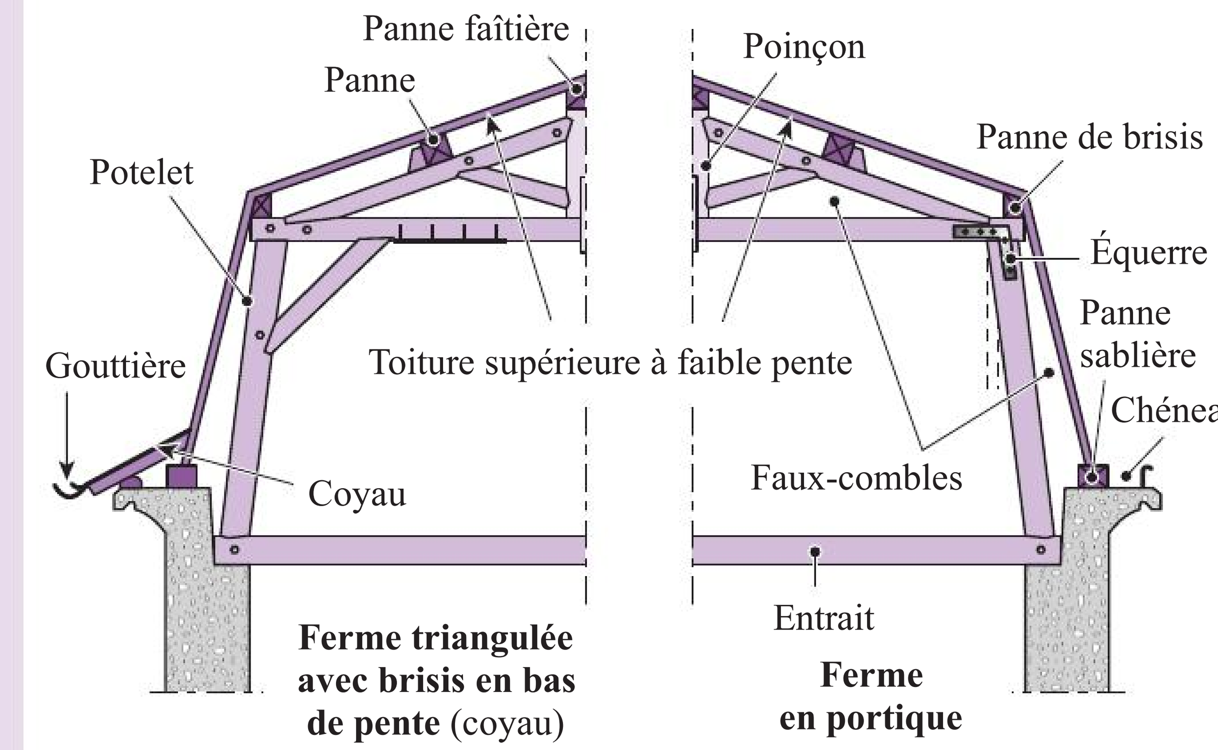
Ferme de croupe

Pour obtenir une toiture à trois ou quatre pans, des fermes de croupe peuvent être mises en œuvre. Elles sont composées d'un arbalétrier de demi-croupe et d'arêtiers, assemblés sur une ferme simple au moyen d'enrayures.



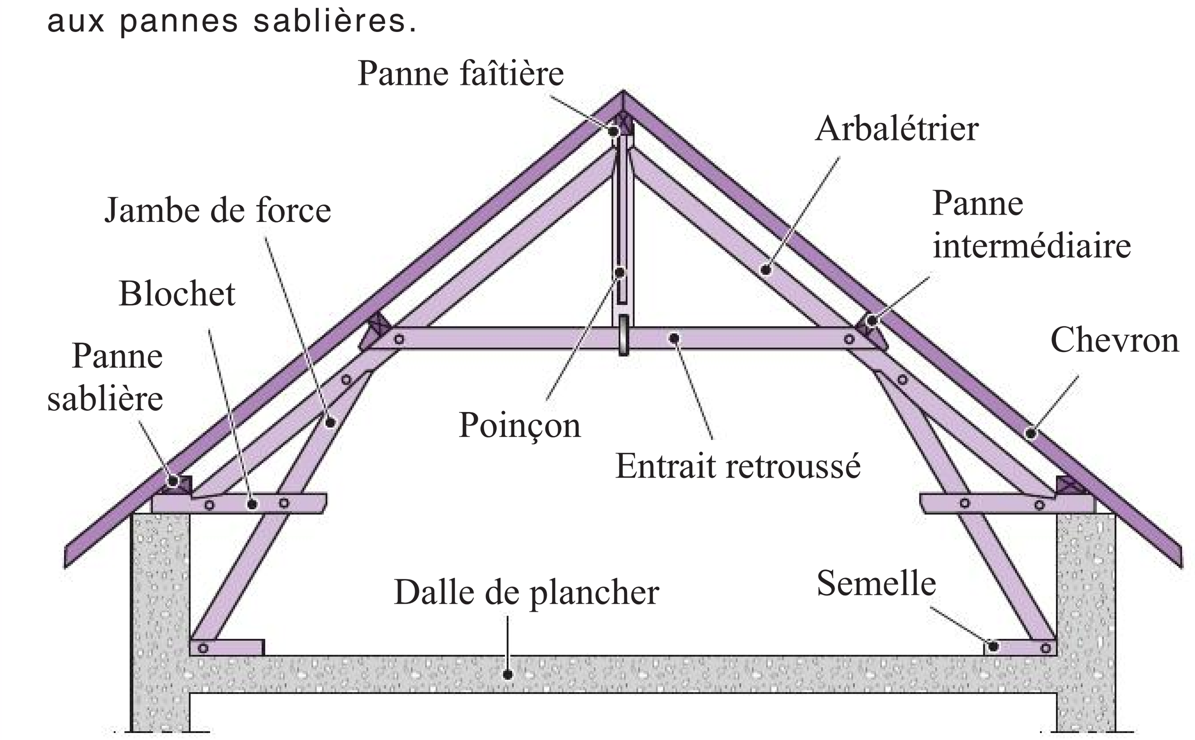
Ferme de comble à la Mansart

La ferme de comble à la Mansart permet d'augmenter l'espace habitable dans un comble grâce à la création de portiques intégrés à la charpente. Au moyen d'une triangulation complémentaire adaptée (Mansart triangulée) ou d'un fonctionnement en portique (Mansart en portique), la ferme à la Mansart assure également la stabilité de la charpente.



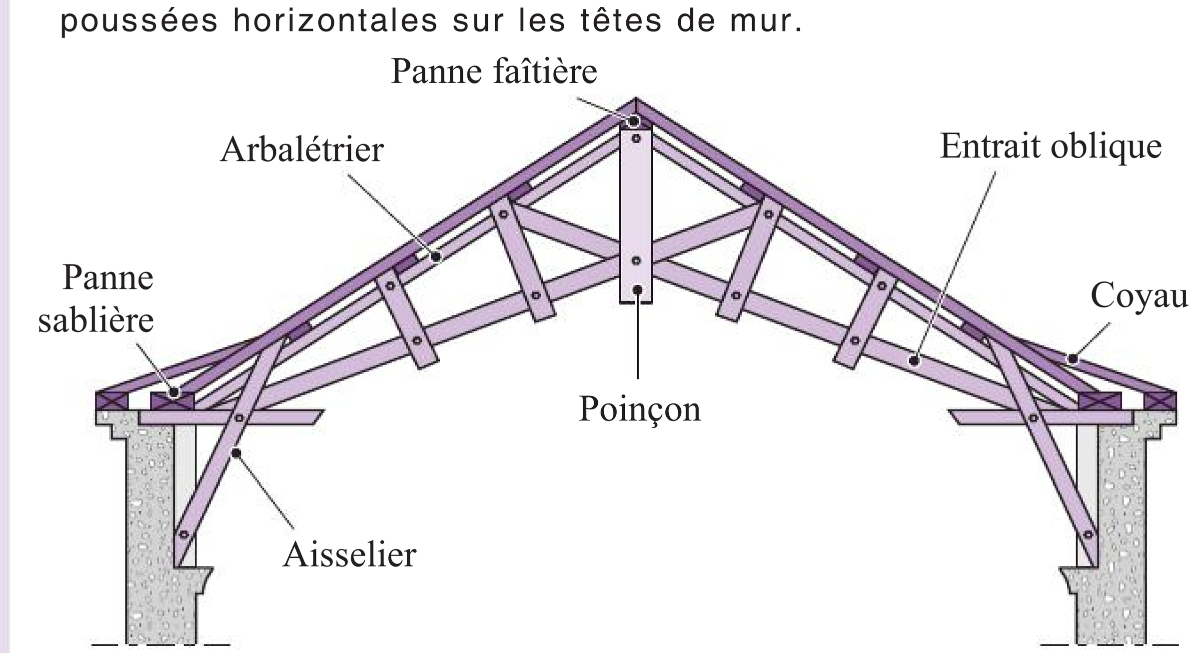
Ferme à entrait retroussé et blochets

La ferme à entrait retroussé permet d'augmenter la surface habitable dans les combles et de créer éventuellement un plancher secondaire. Les blochets relient solidement les jambes de force aux pannes sablières.



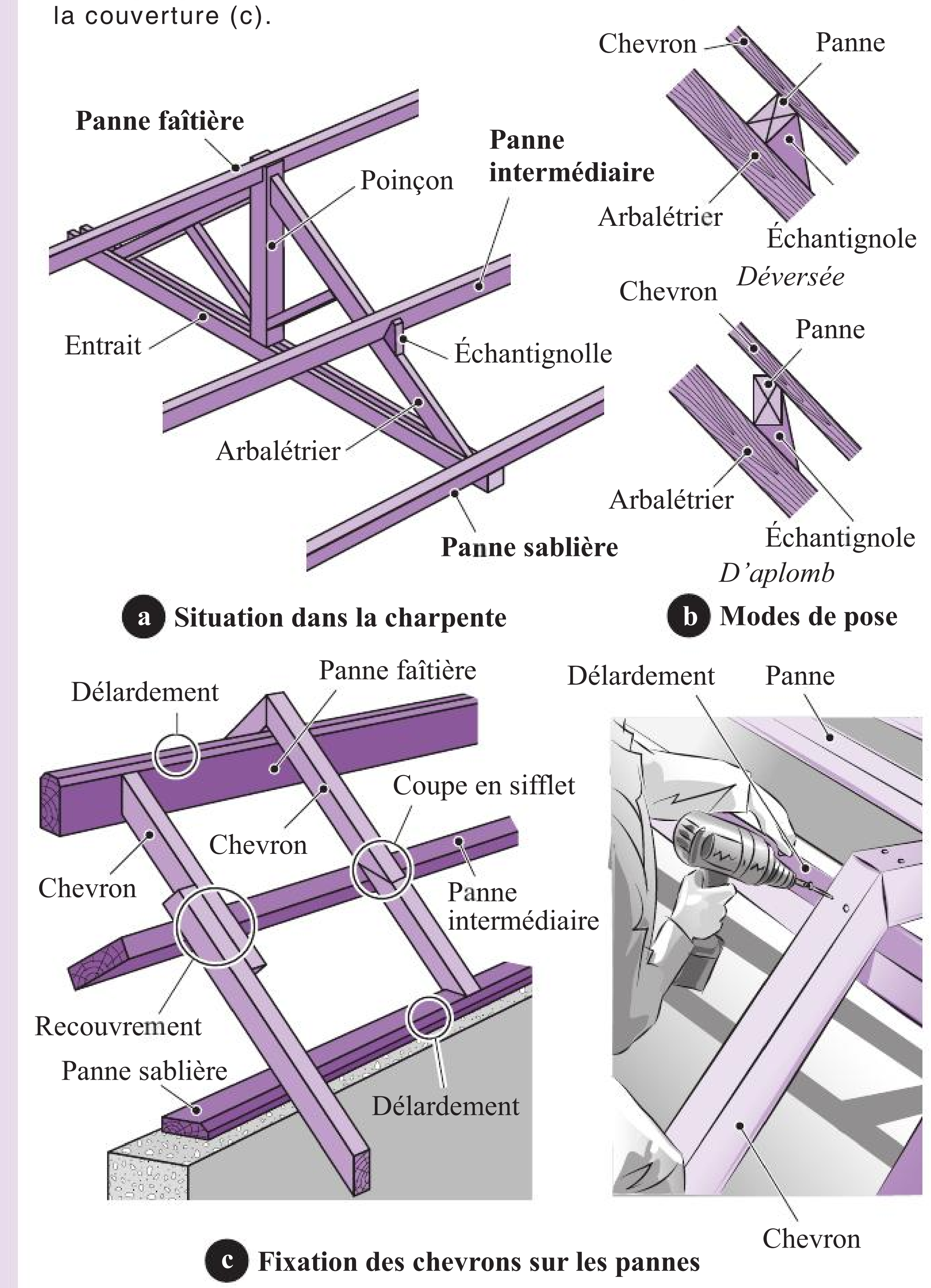
Ferme à entraits obliques

Ne nécessitant pas d'entrait horizontal, la ferme à entraits obliques permet de créer du volume dans le comble. Les entraits obliques travaillent en compression et non en traction, engendrant de fortes poussées horizontales sur les têtes de mur.



Pannes et chevrons

Les pannes, qui supportent les chevrons, s'appuient directement sur les murs pignons et sur les arbalétriers des fermes (a). Elles sont mises en œuvre d'aplomb ou déversées (b). Les chevrons (généralement d'une section de 6 × 8 cm) supportent les liteaux, le voligeage ou les panneaux de particules qui reçoivent la couverture (c).



Comment ça marche

Traits de charpente et épures

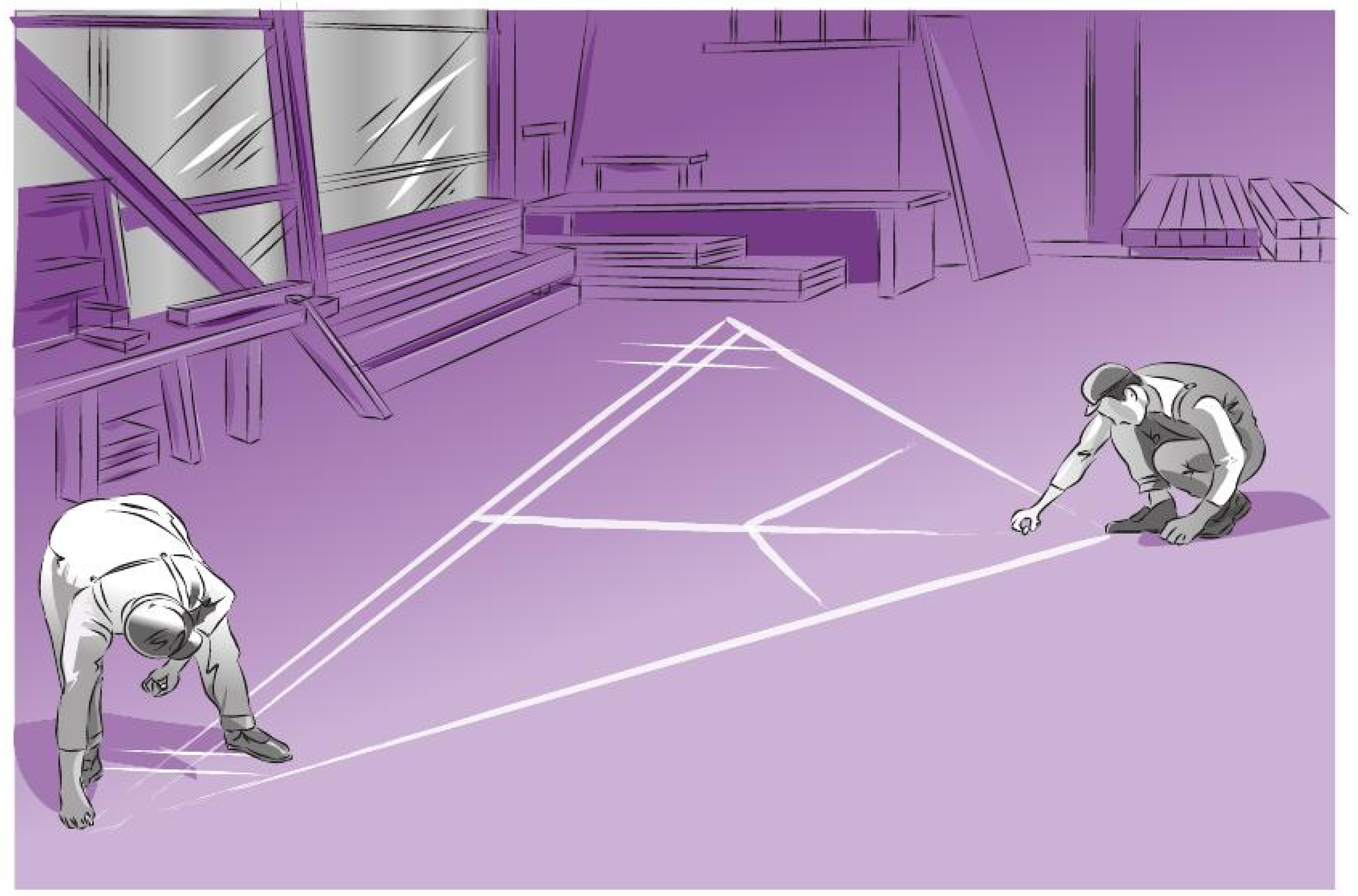
Le trait de charpente permet de réaliser des épures c'est-à-dire un tracé des fermes sur le sol à l'échelle 1. L'étude d'une charpente peut être préalablement réalisée à une échelle réduite au 1/20 sur papier, le travail obtenu s'appellant alors une « planche de trait ». L'épure, qui fournit les mesures réelles de la future charpente, permet de déterminer les pièces de bois nécessaires et leurs sections. Elle permet de déterminer le « débit sur liste » qui permet de passer la commande de bois.

Principes et outillage

L'épure est souvent tracée en atelier (a), au sol et de niveau, au crayon, à la craie ou, pour les longueurs importantes, à l'aide d'un cordex (cordeau mouché, imbibé de poudre colorée) (b). Elle peut également être réalisée sur une dalle ou un plancher dressé à cet effet. Les outils nécessaires sont notamment :
- un crayon de charpentier affuté ;
- une jauge ;
- un mètre à ruban (décamètre) ;
- des craies de couleur ;
- un fil à plomb ;
- un niveau à bulle ;
- une équerre de charpentier ;
- les plans du chantier.



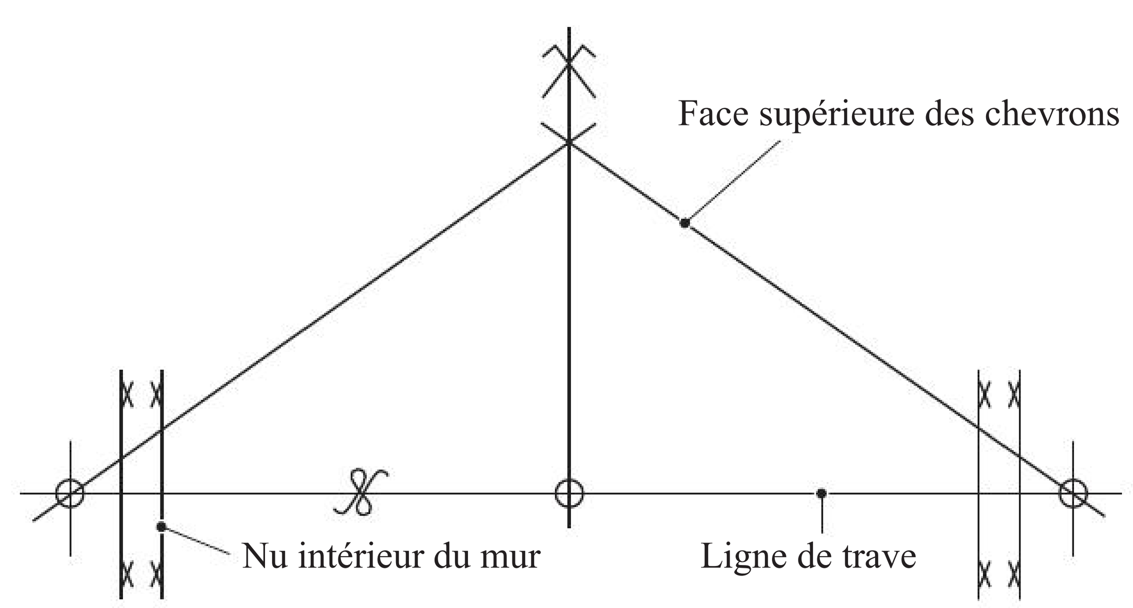
b Cordex



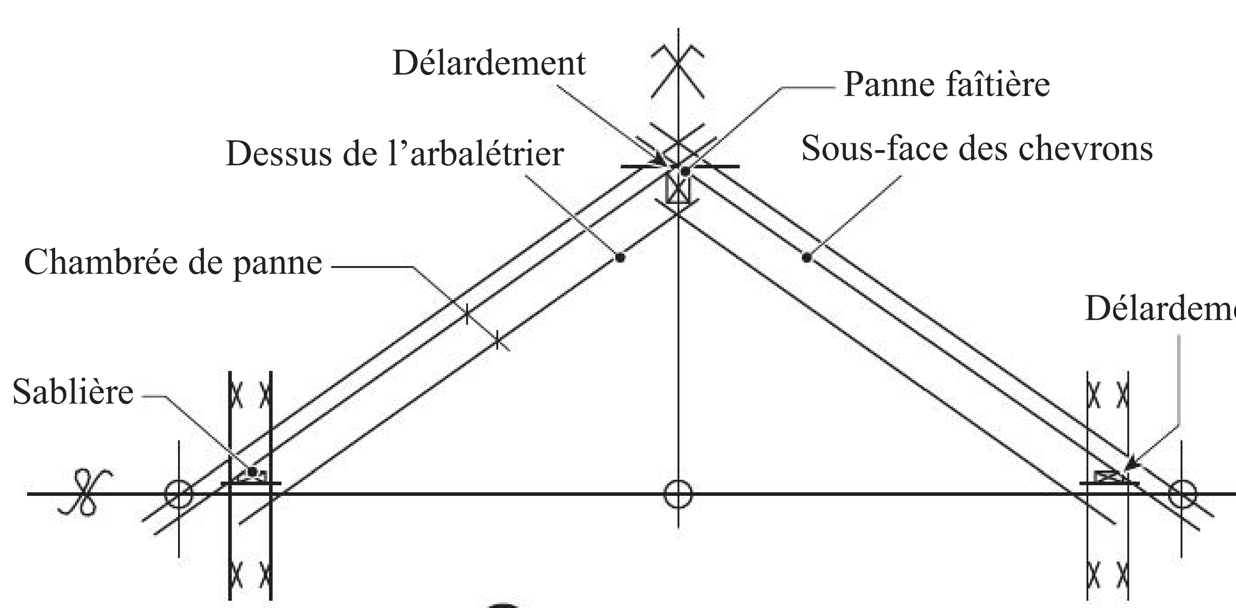
a Tracé d'une épure en atelier

Traçage

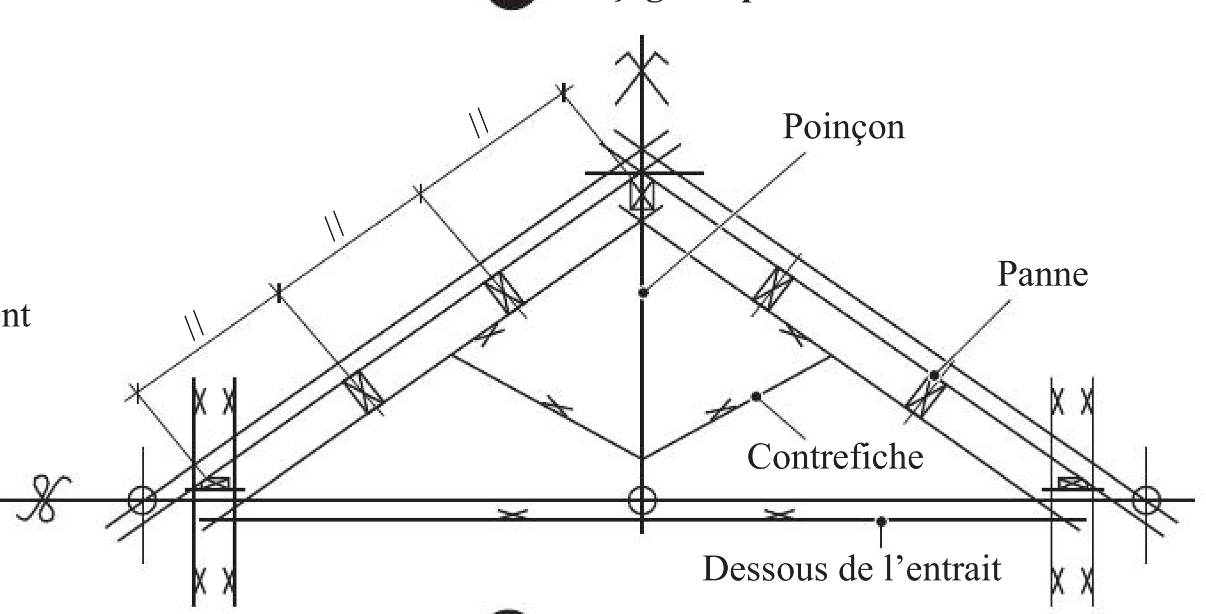
Le traçage d'une ferme simple comprend les étapes suivantes :
- étape 1 (a) : traçage de la position des murs et d'une ligne horizontale appelée ligne de trave, sur laquelle est élevé un axe central perpendiculaire (correspondant au poinçon) indiquant la hauteur du comble, puis détermination des saillies de toiture et traçage de la face supérieure des chevrons (lattis) ;
- étape 2 (b) : traçage de la sous-face des chevrons et du dessus de l'arbalétrier correspondant à la chambrée de pannes, traçage du dessus des murs sur lesquels viennent prendre appui les entraits, puis positionnement des sablières et de la panne faîtière en prévoyant un délardement pour éviter l'écrasement lors du clouage des chevrons ;
- étape 3 (c) : positionnement calculé des pannes qui peuvent être « montées » ou « descendues » en fonction des points singuliers de la toiture (trémies, etc.), de l'entrait (croix d'épaisseur) et des contrefiches positionnées par leur face inférieure (croix d'épaisseur).



a Traçage-étape 1



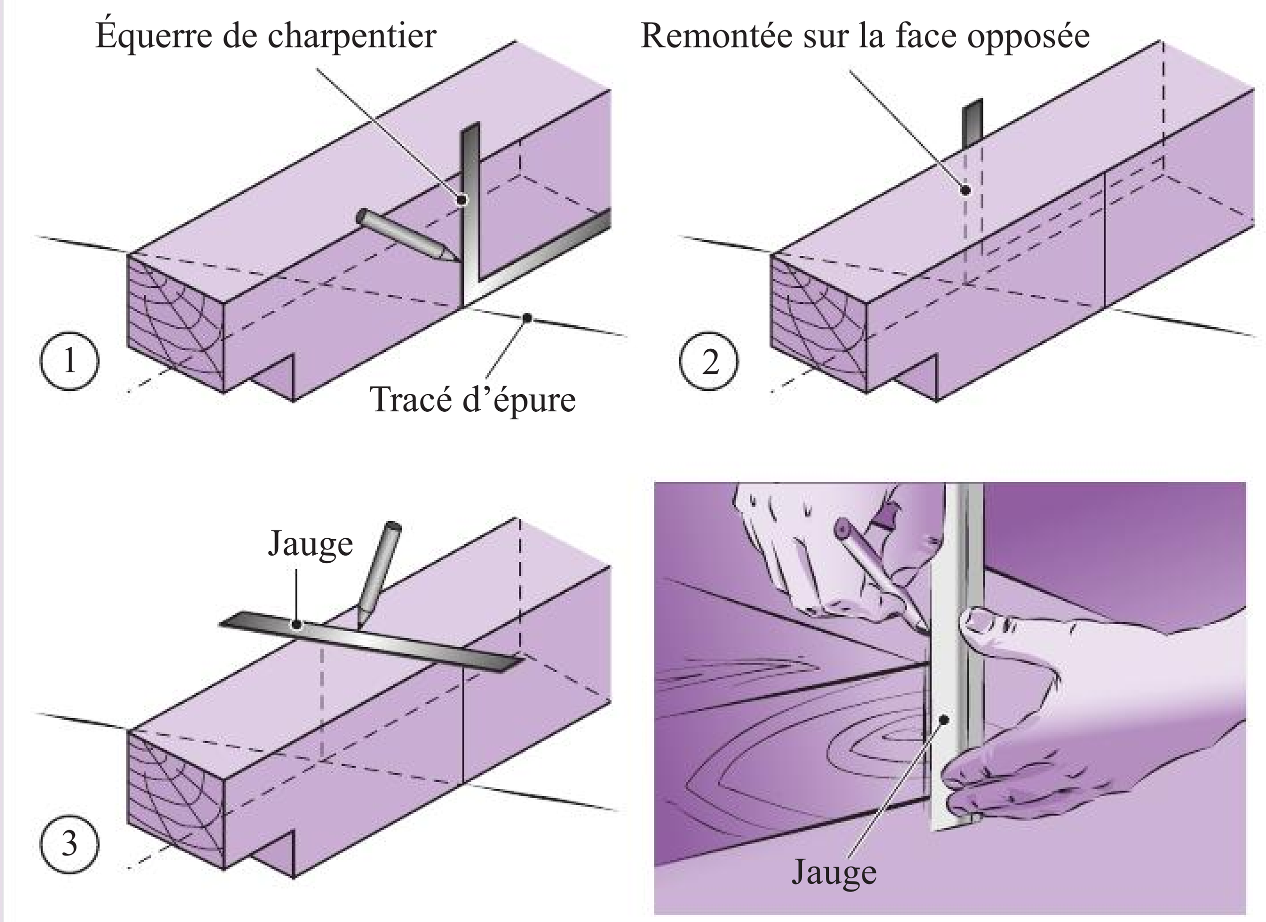
b Traçage-étape 2



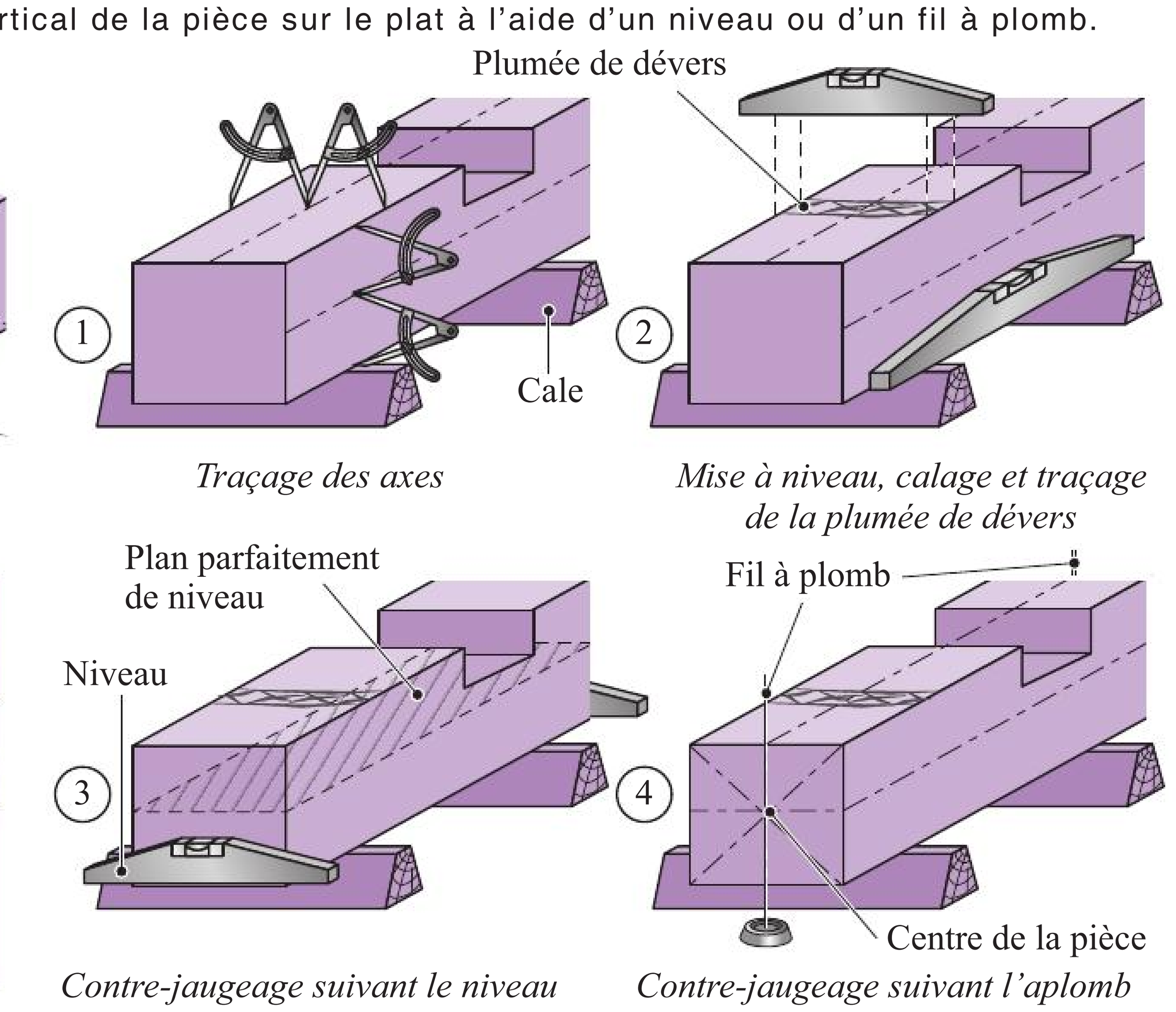
c Traçage-étape 3

Rembarrement, lignage et contre-jaugeage

Les bois parfaitement équarris peuvent être positionnés directement sur le plan d'épure afin d'effectuer le rembarrement (a). Ce procédé consiste à remonter les points d'épure sur les faces des pièces de bois à l'aide d'une équerre de charpentier. Le tracé de la face opposée qui doit dégauchir avec le tracé d'épure est obtenu en joignant les deux traits remontés à l'aide d'une jauge. Pour les bois anciens, gauches ou bruts de sciage, il est nécessaire de procéder au lignage et au contre-jaugeage en traçant sur chaque pièce des lignes de niveaux ; elles serviront de référence pour les assemblages (b). Pour ce faire, les pièces sont stabilisées de niveau sur le plat à l'aide de cales et l'emplacement du niveau est repéré par le traçage de la plumée de dévers. Les axes horizontaux sont ensuite tracés et reportés sur les chants de la pièce. Le contre-jaugeage consiste à reporter et à tracer l'axe vertical de la pièce sur le plat à l'aide d'un niveau ou d'un fil à plomb.



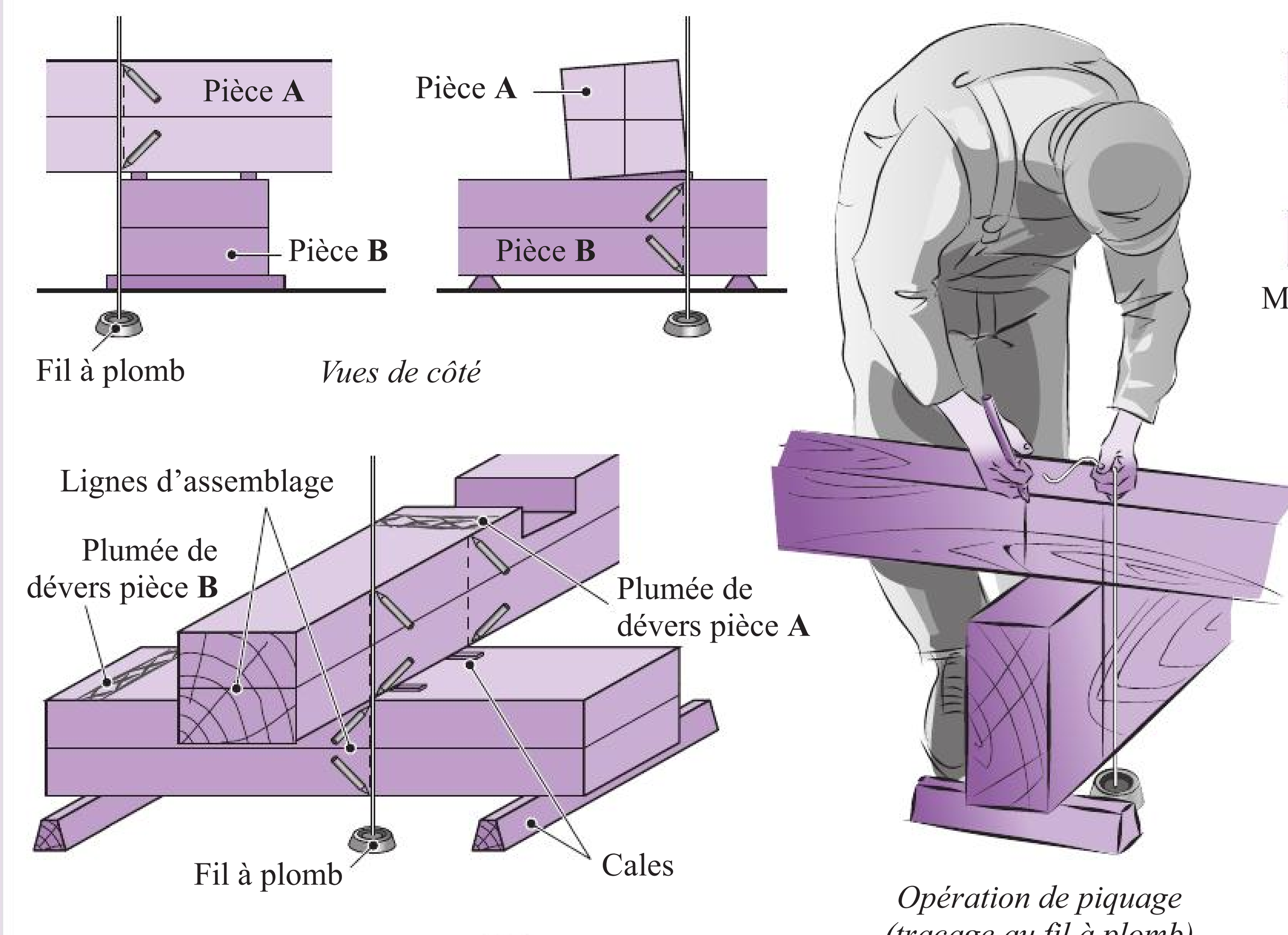
a Rembarrement



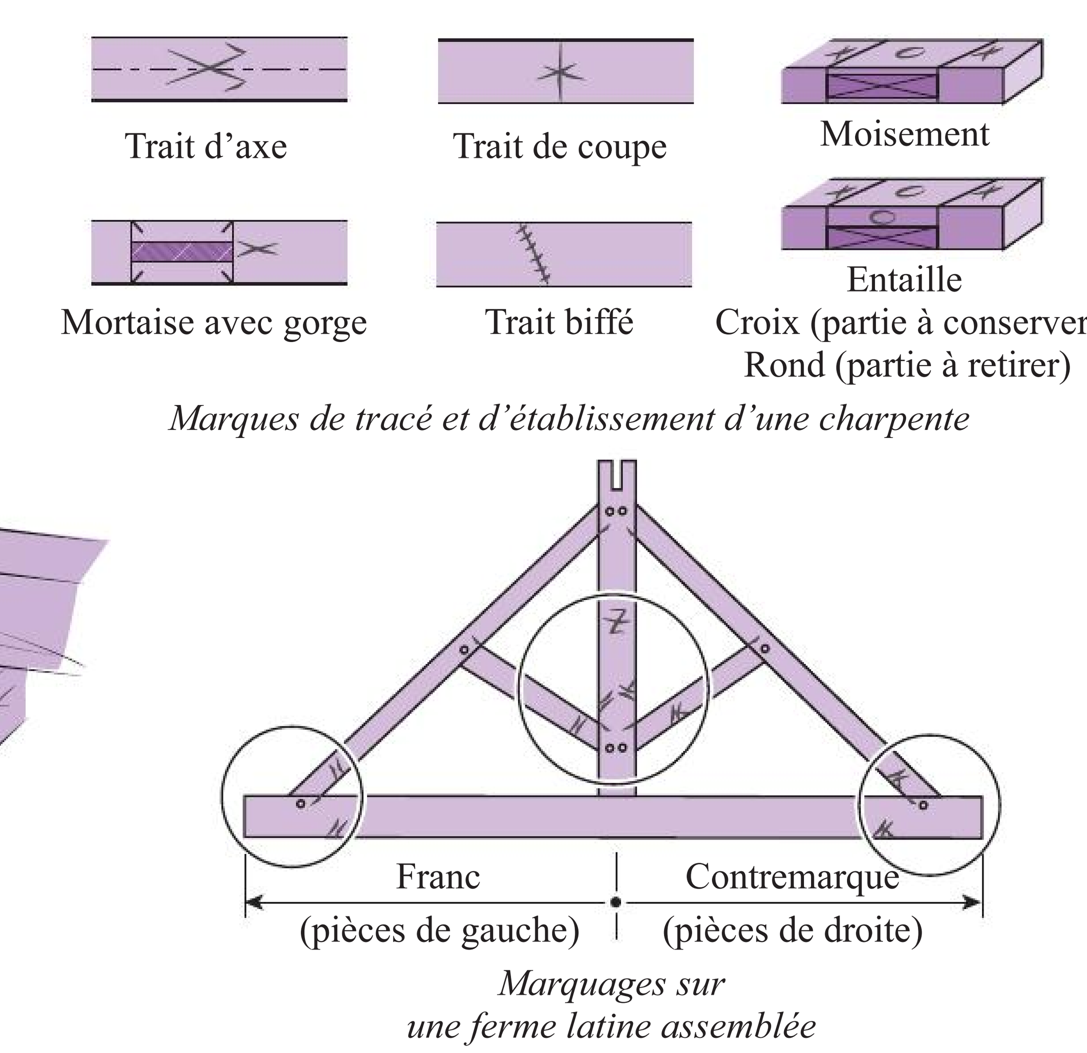
b Lignage et contre-jaugeage

Piquage et marquage

Une fois les pièces lignées, elles sont positionnées sur le plan d'épure afin d'être piquées (a) et marquées de sorte que leur place définitive soit établie. Le traçage des assemblages, ou piquage, s'effectue à l'aide d'un fil à plomb. Cette technique ancienne permet de repérer et de faire correspondre les alignements, coupes et assemblages en tenant compte d'éventuels dévers, gauchissements ou flaches dans les bois anciens, de récupération ou peu équarris. Un fil à plomb est approché de l'angle formé par les pièces à assembler afin de comparer l'aplomb avec la face des bois. L'écart constaté, appelé polène, est reporté sur la face correspondante par des petites marques de crayon, ou piqûres. Après le taillage et la vérification des assemblages et du chevillage, les pièces de bois sont replacées sur l'épure pour une dernière vérification, appelée mise dedans, avant d'être transportées sur le chantier. Les signes conventionnels de marquage des charpentiers sont des symboles, des lettres et des chiffres (b). Gravés à la rainette ou taillés au ciseau au plus près de l'assemblage et en pied de chaque bois, ils représentent la position des pièces dans l'espace et guident le montage et le démontage éventuel de la charpente.



a Piquage



b Marquage

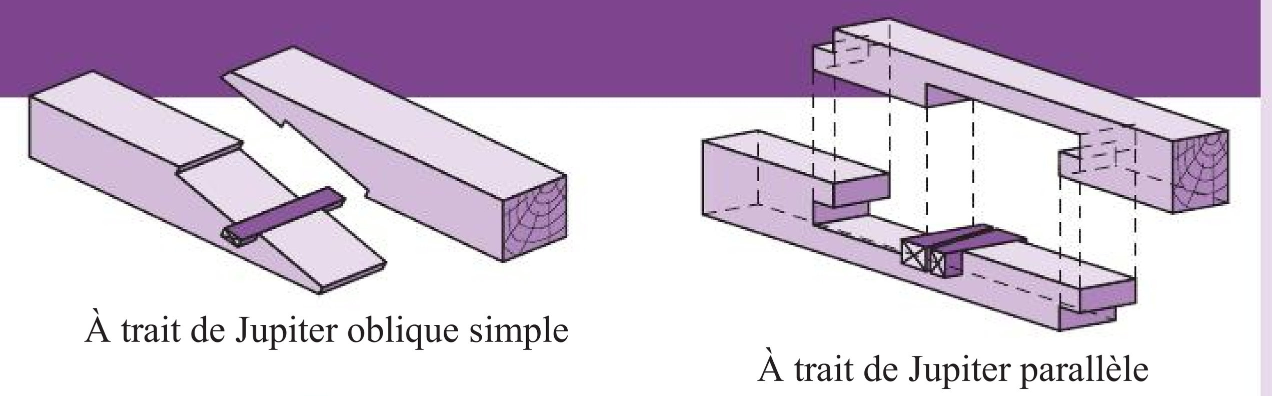
Comment ça marche

Assemblages des bois de charpente

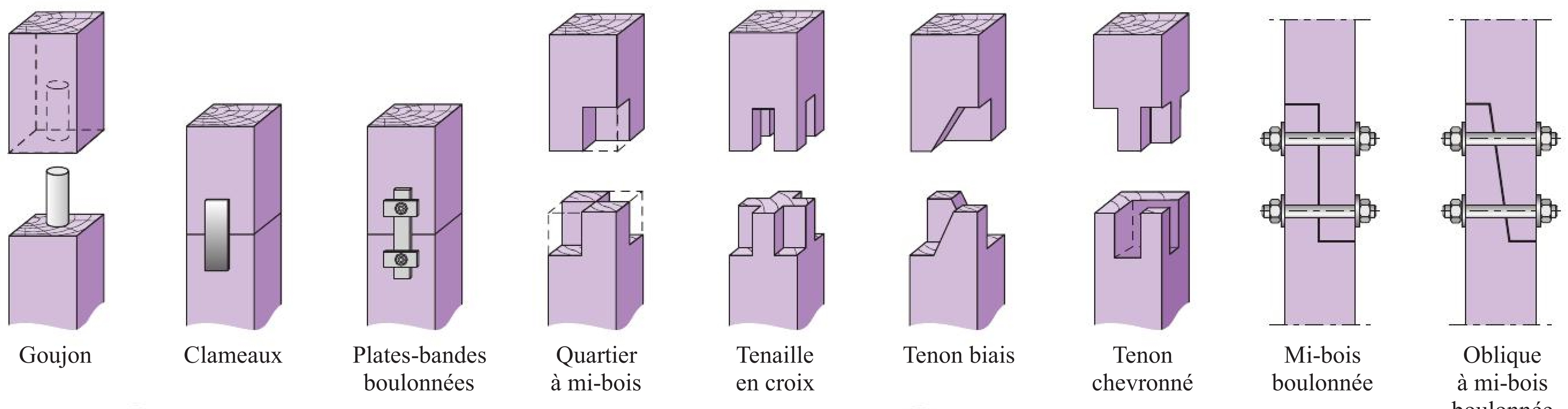
Les assemblages sont les éléments les plus importants des charpentes en bois. Ils assurent les continuités et permettent de solidariser les pièces entre elles. Ils sont choisis en fonction de l'emplacement des pièces qu'ils assemblent et des forces auxquelles elles sont soumises. Les assemblages par profils complémentaires fonctionnent par contact (entures, tenons et mortaises, embrèvements, à mi-bois et moisants). Ils peuvent être verrouillés par des boulons ou des broches.

Entures

Les entures simples (a) et les entures de compression (b) sont formées par l'assemblage de deux pièces positionnées bout à bout. Les entures pouvant fonctionner en traction (c) résistent seulement à un effort de traction limité du fait de la réduction au moins de moitié de leur section utile de bois en traction. Elles ne sont aujourd'hui plus utilisées.



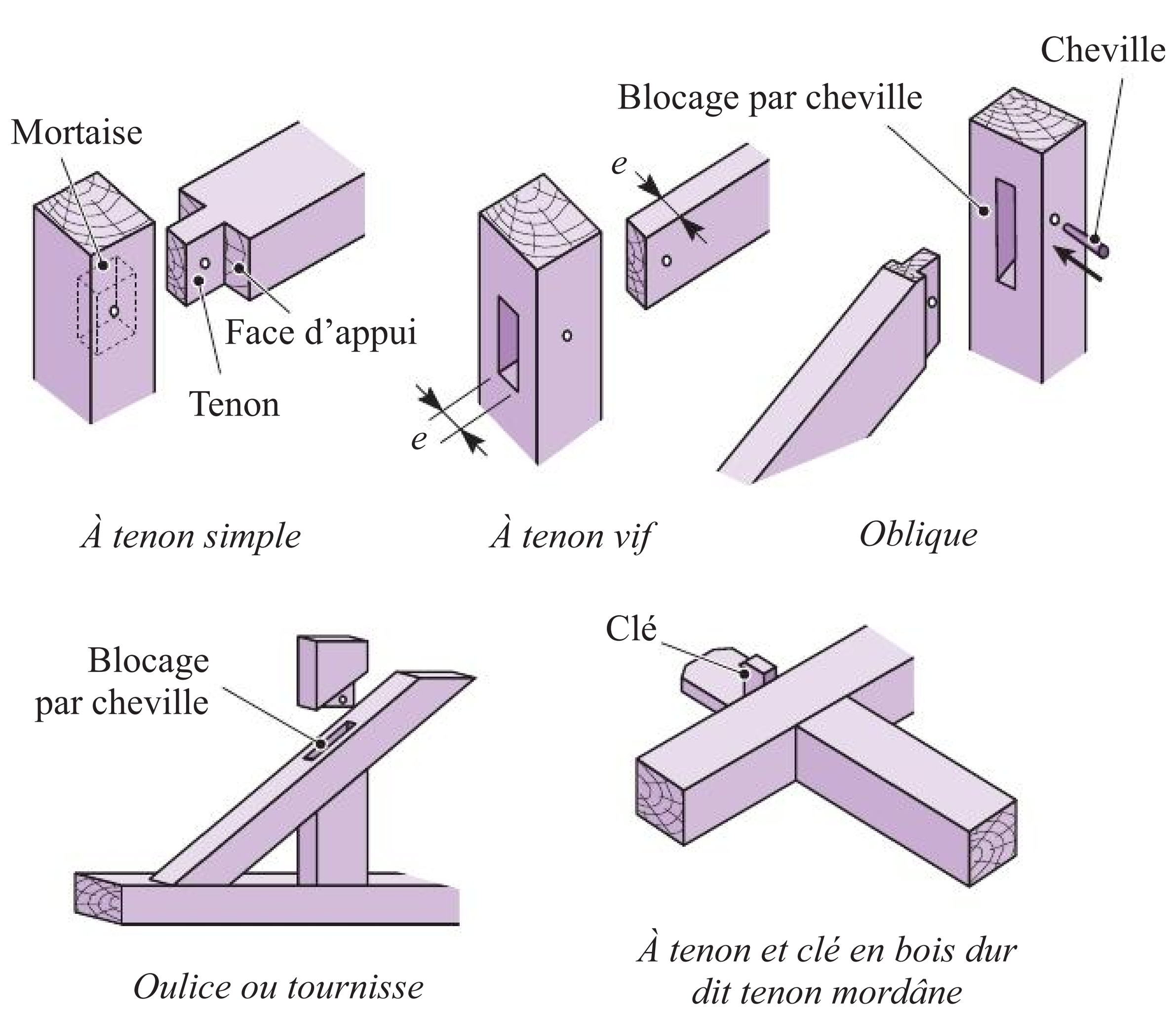
c Entures pouvant fonctionner en traction



a Entures simples **b Entures de compression**

Tenons et mortaises

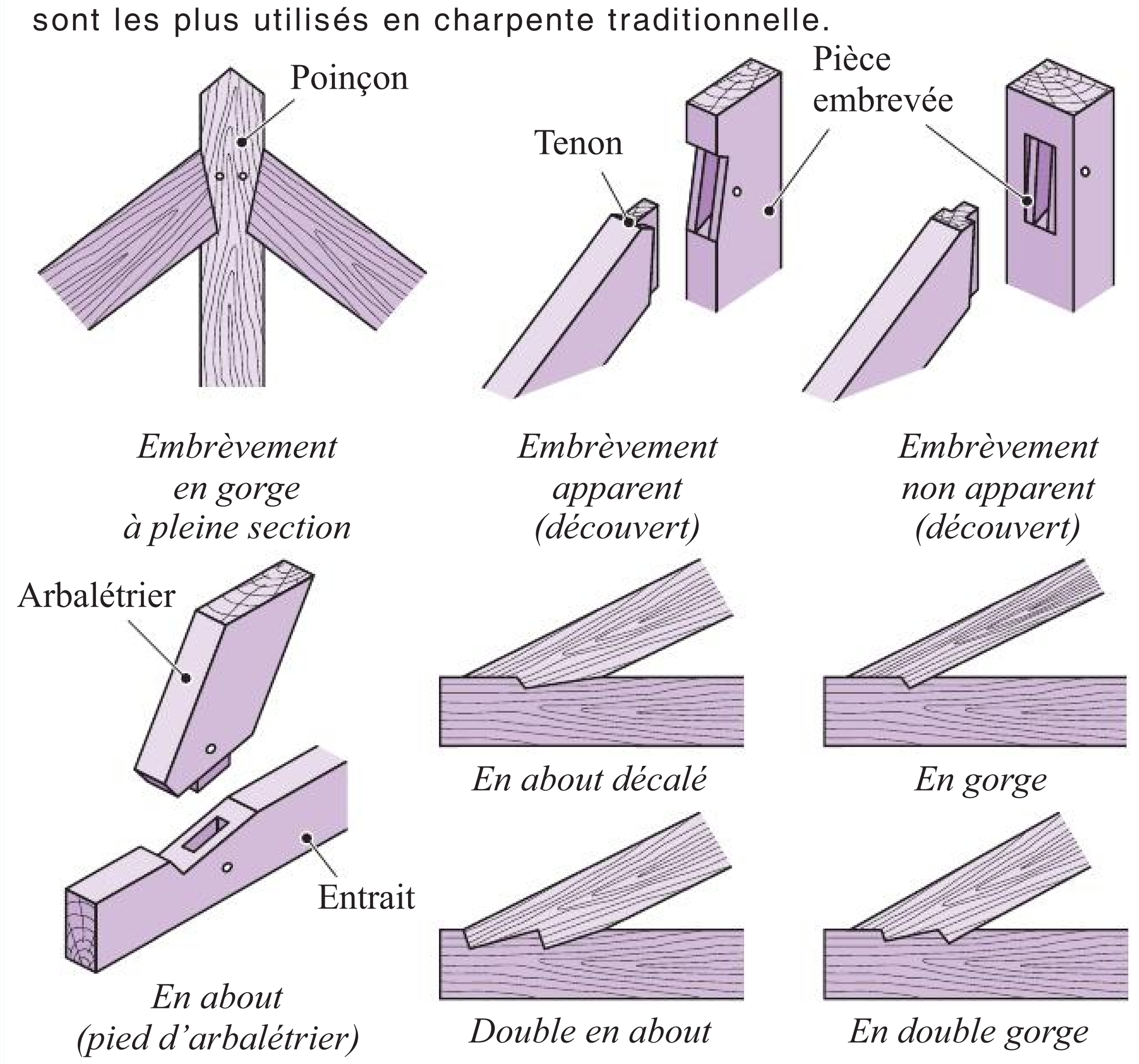
L'assemblage à tenon et mortaise est utilisé pour les liens, contrefiches, jambes de force, têtes d'arbalétriers, solives, etc. Il est constitué d'une partie femelle creuse dans l'une des deux pièces (la mortaise) qui reçoit la partie mâle saillante de l'autre pièce (le tenon), venant en butée sur la face d'appui. Une cheville en bois dur assure le blocage des éléments.



Tenons et mortaises

Embrèvements

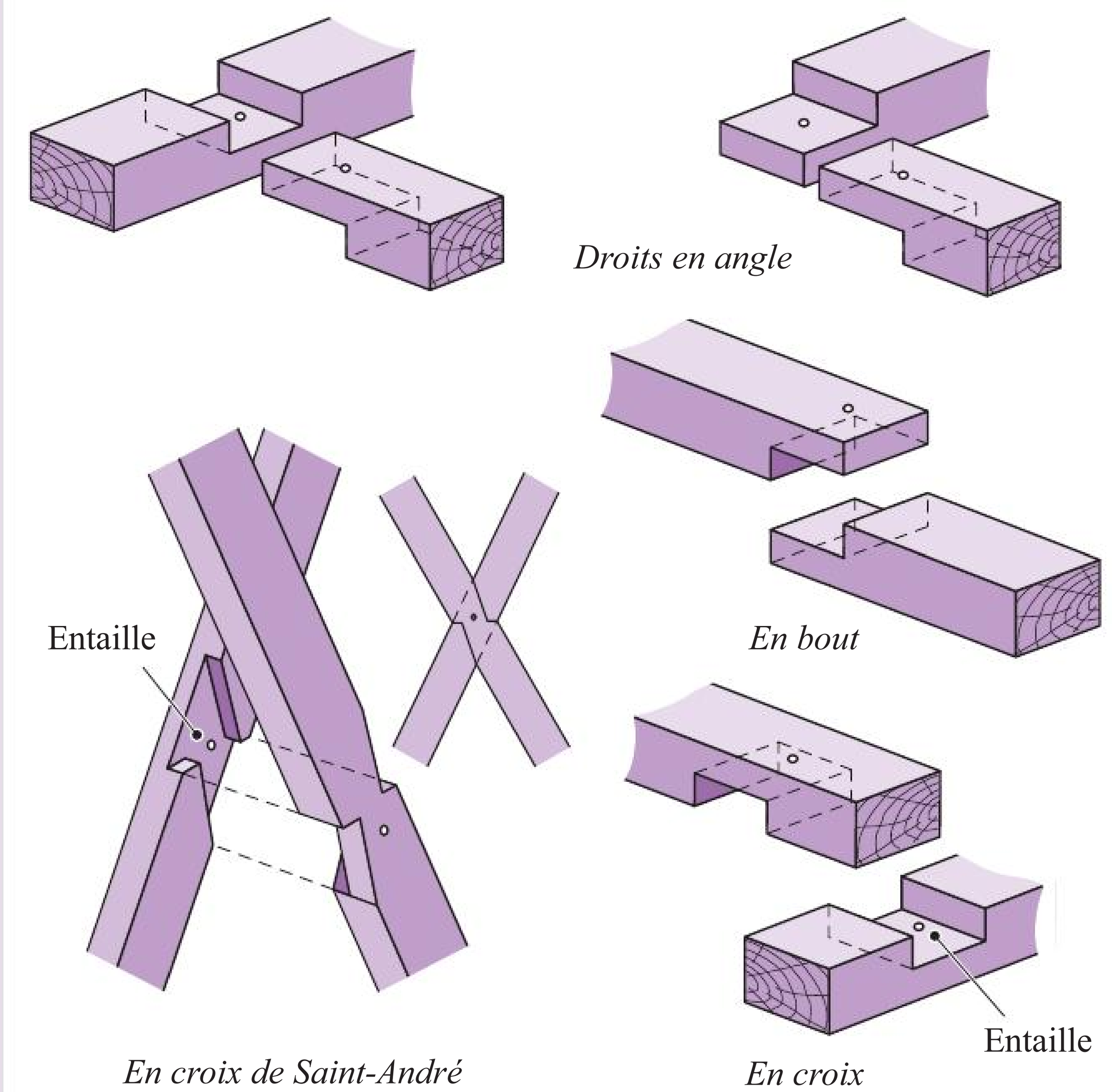
L'embrèvement, qui reprend des efforts importants de compression, est un assemblage dans lequel l'appui de la pièce mâle est réalisé dans une entaille de la pièce femelle, taillée selon un profil inverse. Les embrèvements simples ou doubles avec entaille arrière, qui augmentent la capacité de transmission des efforts, sont les plus utilisés en charpente traditionnelle.



Embrèvements

Assemblages à mi-bois

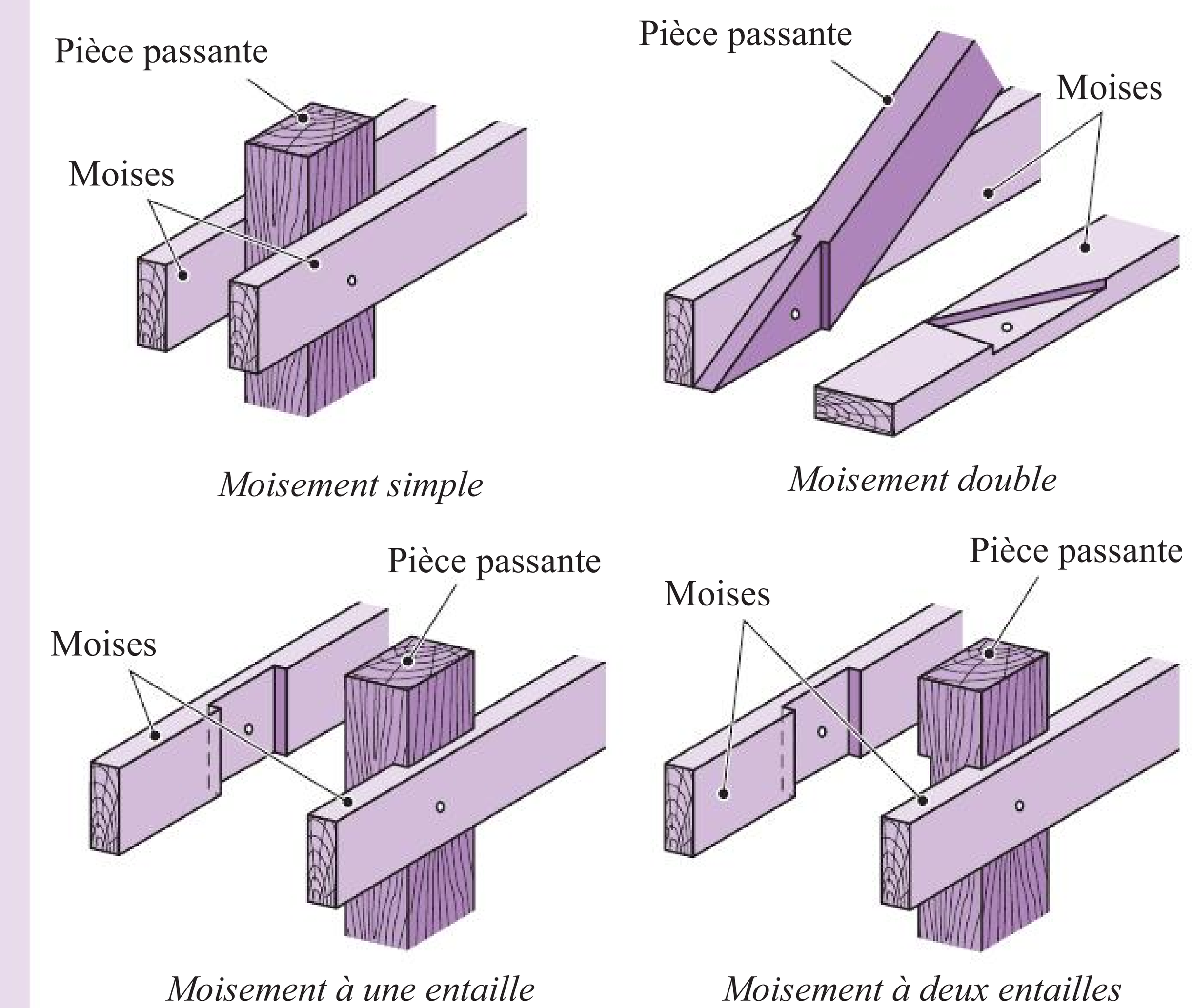
Les assemblages à mi-bois sont réservés à la transmission de faibles efforts du fait de la réduction de moitié de la section travaillante et des effets d'entaille.



Assemblages à mi-bois

Assemblages moisants

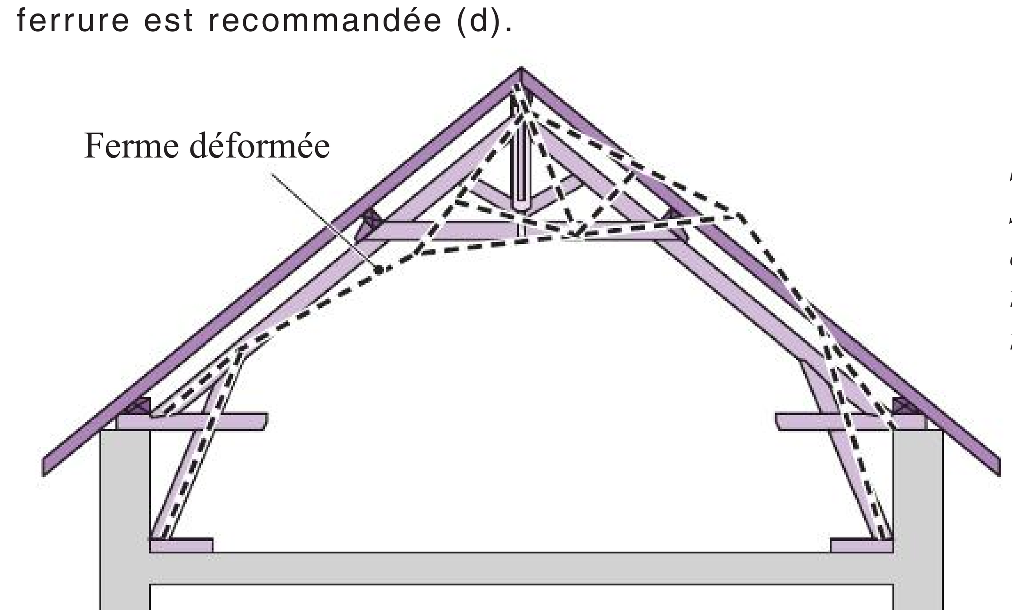
Les assemblages moisants sont composés de deux pièces parallèles enserrant une troisième pièce passante ; l'ensemble est verrouillé par un boulon traversant. Ils sont destinés à maintenir les pièces de bois dans une position précise ou à renforcer les assemblages boulonnés ou cloués. Afin que les assemblages moisants soient considérés comme travaillants (c'est-à-dire servant à l'accroissement de la rigidité), leur profondeur minimale doit être de 1,2 cm.



Assemblages moisants

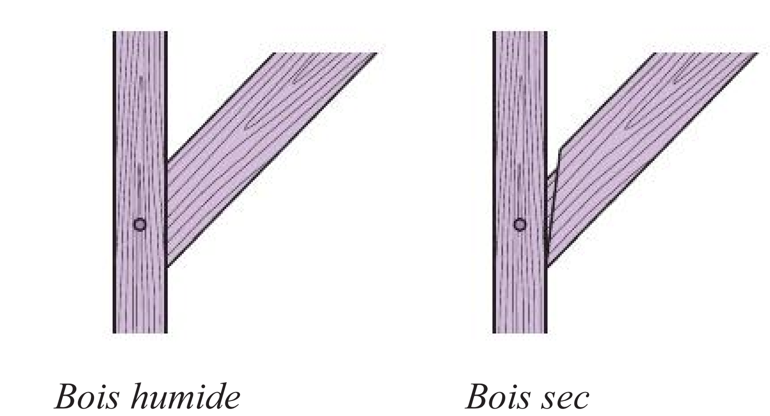
Déformation de la charpente

Selon le type de ferme, le taux d'humidité et la précision des assemblages, les charpentes traditionnelles peuvent présenter une déformation suite au montage et des désordres suite au séchage des pièces de bois (a). Le retrait transversal des bois humides, plus important que le retrait longitudinal, influe sur la solidité et la rigidité des assemblages bois sur bois qui tendent à se relâcher au séchage (b). La tire (décalage du chevillage) permet d'assurer un bon contact entre les pièces (c). Les chevilles de l'assemblage entrait/poinçon retenant difficilement la flexion en cas de sollicitation de l'entrait (plafond lourd, charge, etc.), l'utilisation d'une moise sur le poinçon entaillé à mi-bois ou d'une ferrure est recommandée (d).

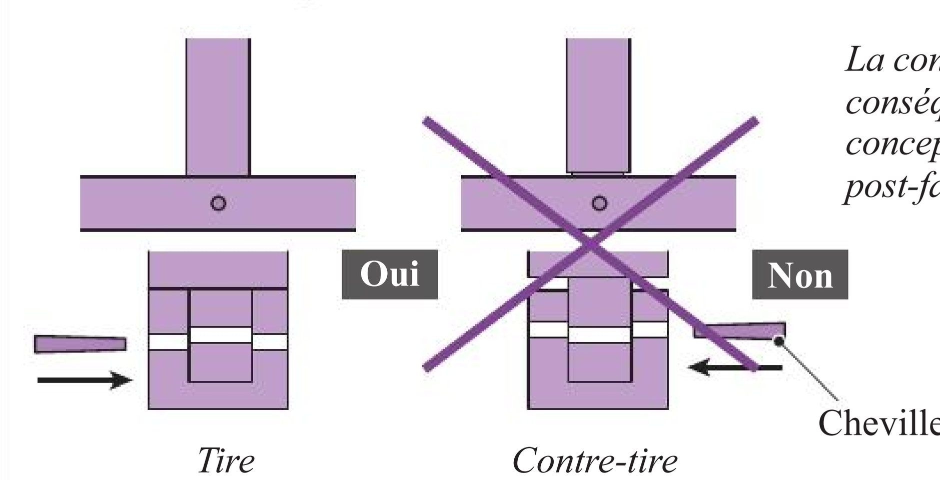


a Déformation de la charpente

Sur une charpente avec un jeu de 2 mm sur les nœuds d'assemblage, la déformation est multipliée par 5 ou 6 par rapport à une charpente sans jeu aux nœuds.

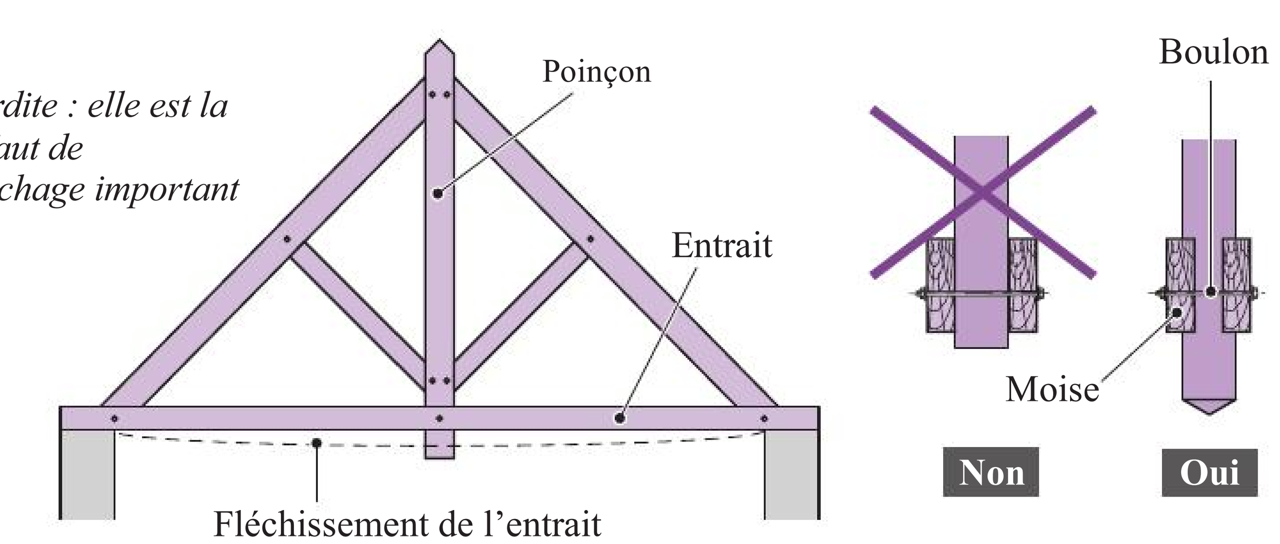


b Relâchement des assemblages



La contre-tire est interdite : elle est la conséquence d'un défaut de conception ou d'un séchage important post-fabrication.

c Ferme latine ou romaine à forte pente



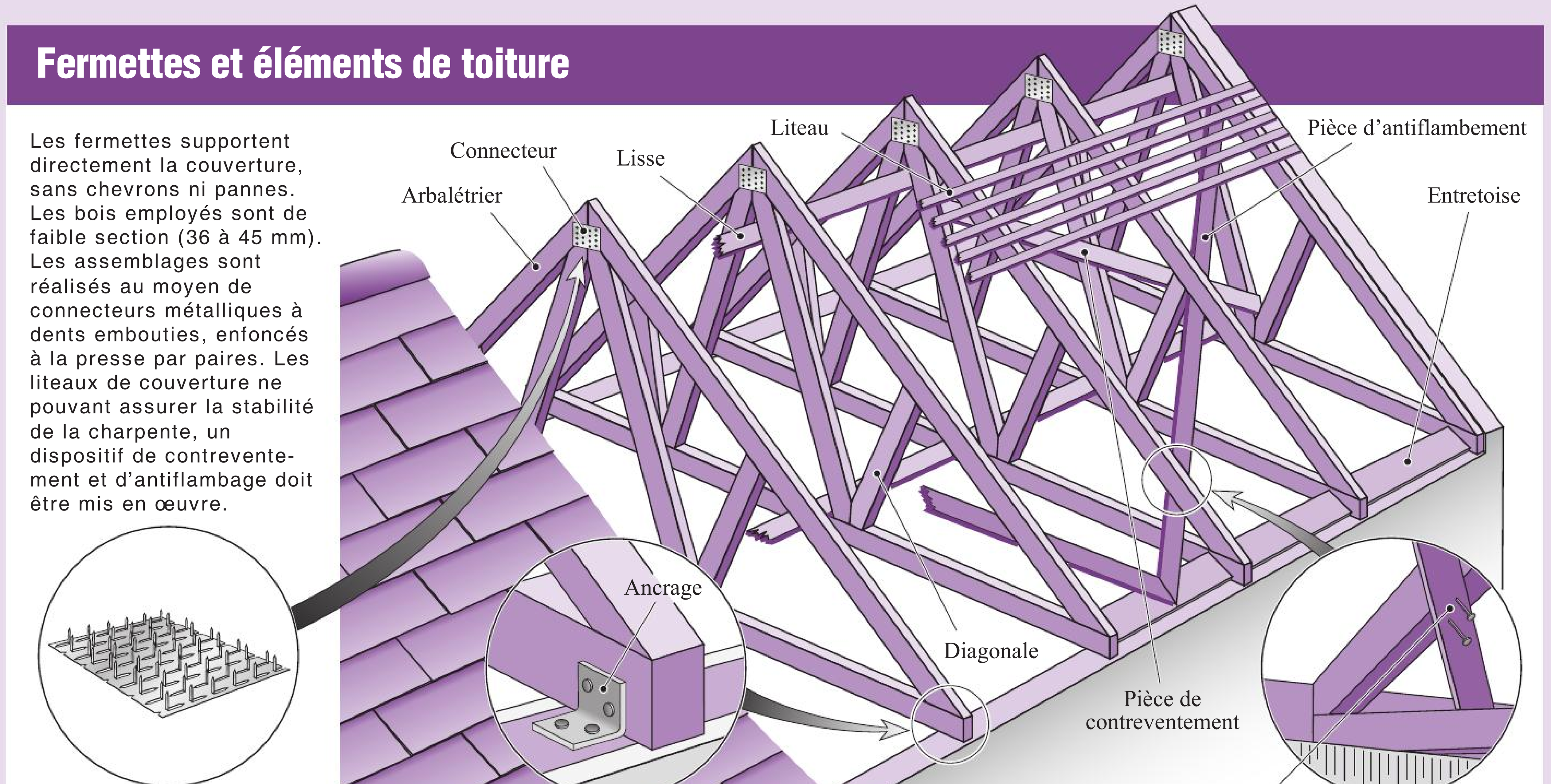
d Renforcement et suppression du poinçon et des contrefiches

Charpentes industrielles en bois

Les fermes industrielles, appelées « fermettes » ou « charpentes légères », sont réalisées avec des sections de bois standardisées. L'entraxe limité entre chaque fermette permet d'utiliser des sections réduites de bois, diminue le dimensionnement de leurs assemblages et simplifie le montage. Les charpentes en fermettes nécessitent la mise en œuvre d'un dispositif de stabilisation transversale : diagonales, lisses d'antiflambage, lisses filantes et entretoises.

Fermettes et éléments de toiture

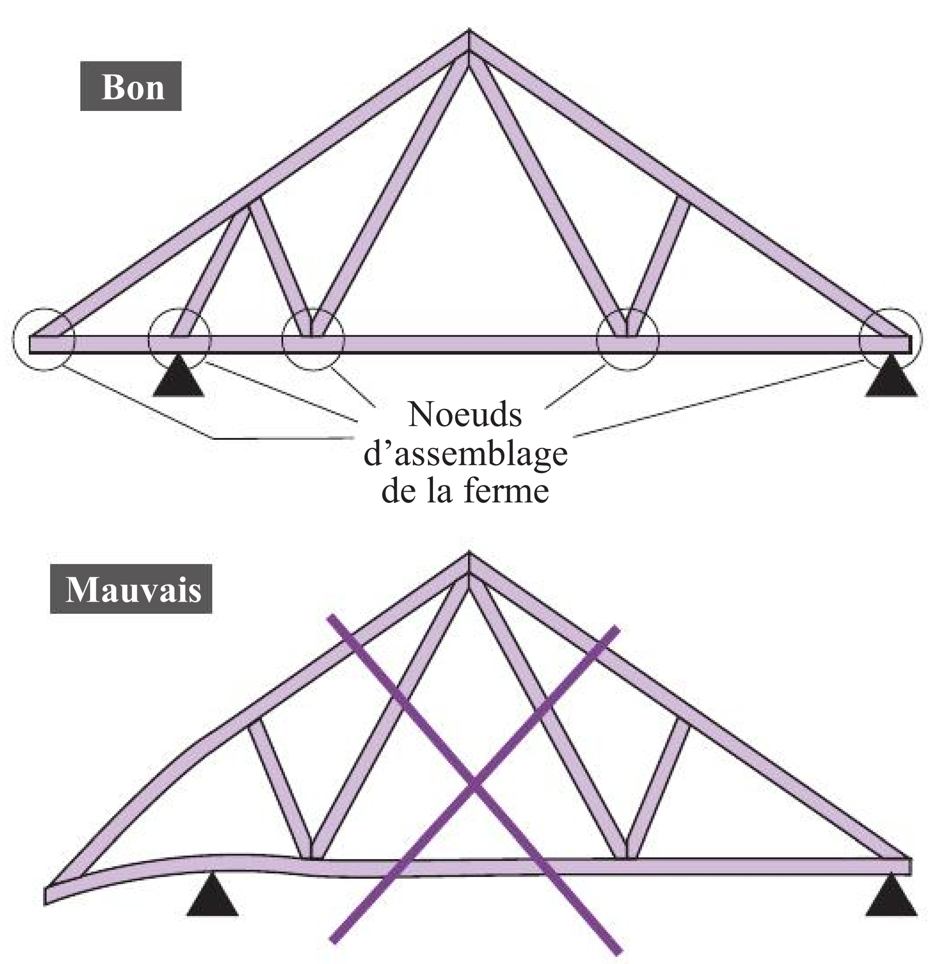
Les fermettes supportent directement la couverture, sans chevrons ni pannes. Les bois employés sont de faible section (36 à 45 mm). Les assemblages sont réalisés au moyen de connecteurs métalliques à dents embouties, enfoncés à la presse par paires. Les liteaux de couverture ne pouvant assurer la stabilité de la charpente, un dispositif de contreventement et d'antiflambage doit être mis en œuvre.



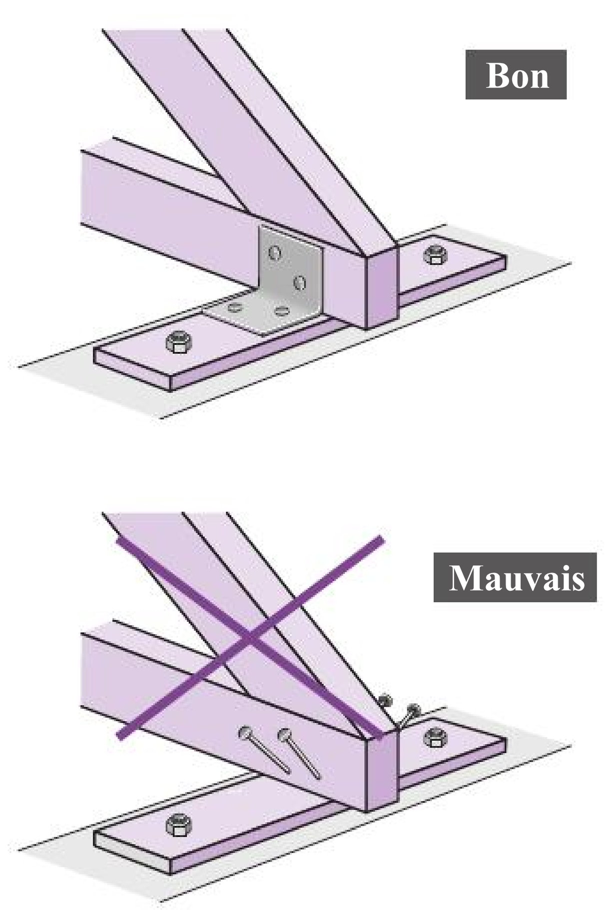
Connecteur métallique à dents embouties

Points singuliers des ancrages et des assemblages

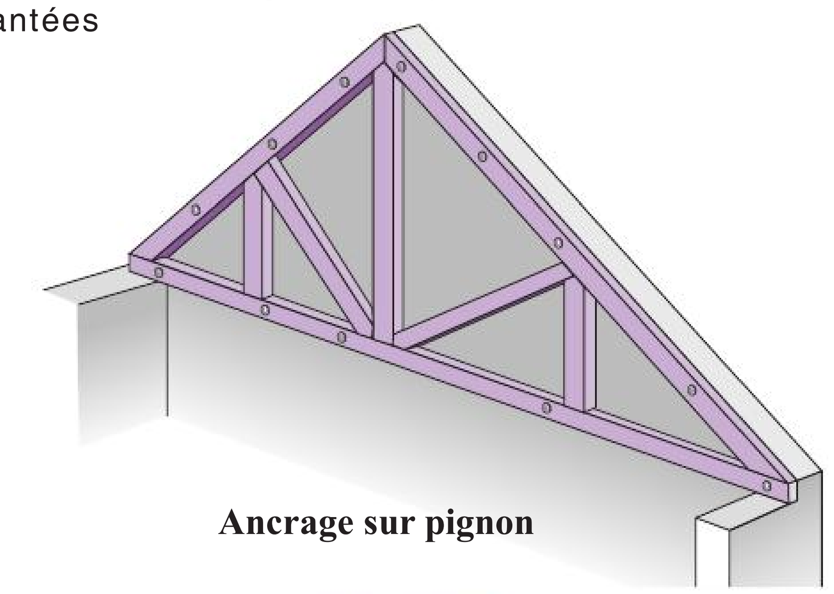
Les appuis d'une ferme sur un mur porteur doivent être disposés sous les nœuds d'assemblage de la ferme (sinon l'entrait se déforme) et être ancrés par des équerres de faible rigidité au déplacement horizontal. Une ferme disposée contre un pignon doit y être ancrée. Toute pièce d'antiflambement ou de contreventement doit être fixée par au moins deux pointes crantées aux éléments de la ferme qu'elle croise (diagonales, arbalétriers).



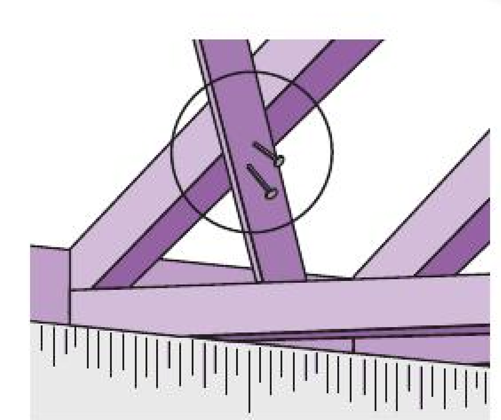
Appuis sur mur porteur



Ancrage sur mur porteur



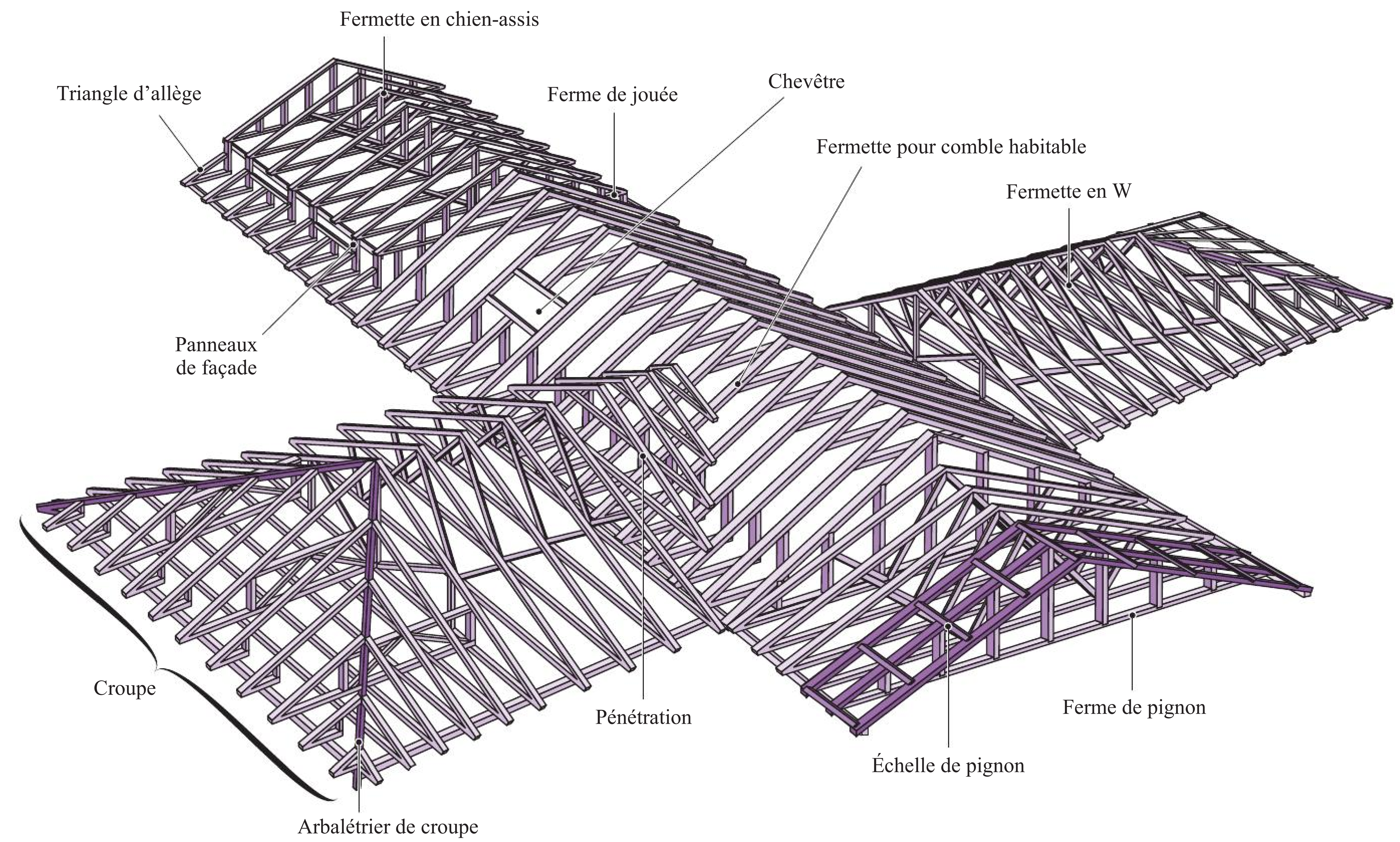
Ancrage sur pignon



Fixation des pièces d'antiflambement ou de contreventement

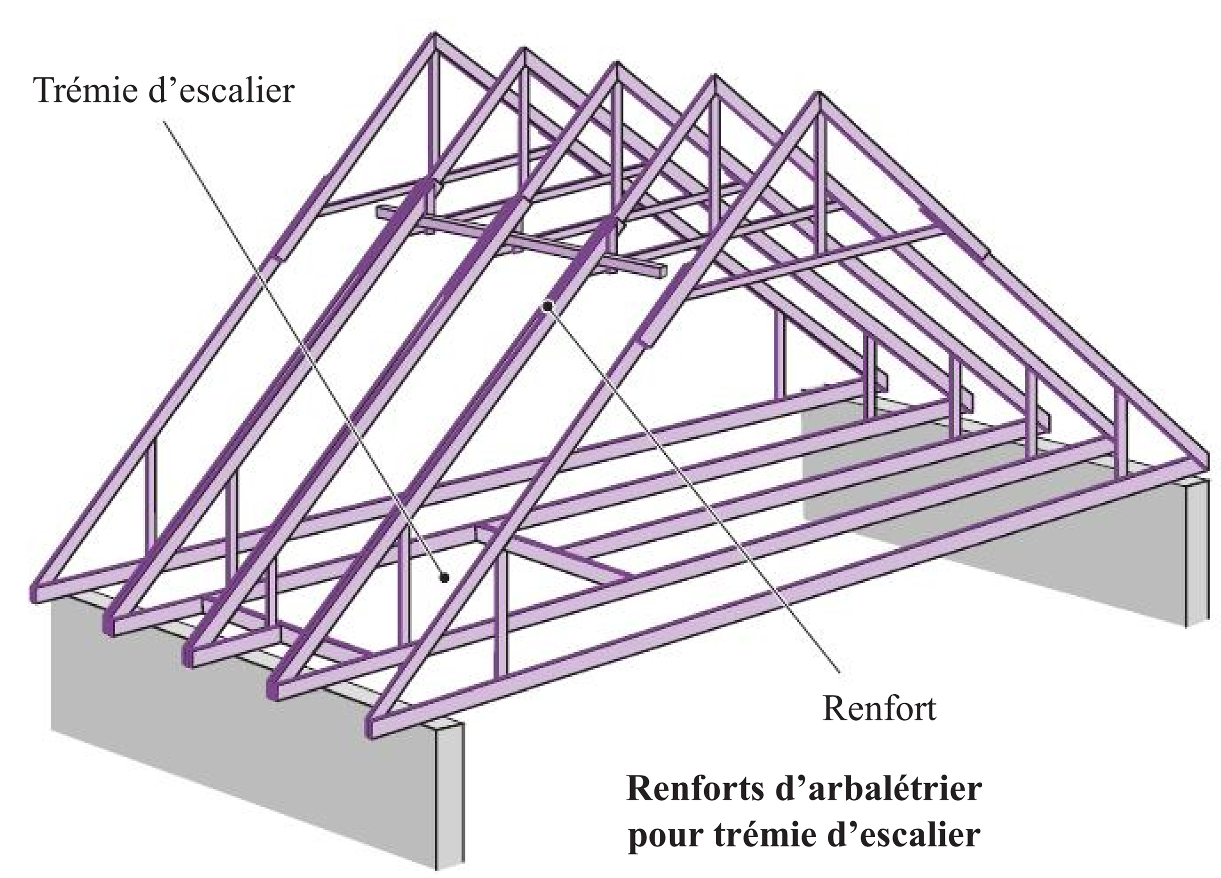
Terminologie des charpentes industrielles

La conception d'une charpente en fermettes comporte de nombreuses variantes qui prennent en compte sa portée et sa fonction spécifique : combles perdus ou aménageables, plafonds légers ou lourds, décalage d'appui, triangulation simple ou double, etc.

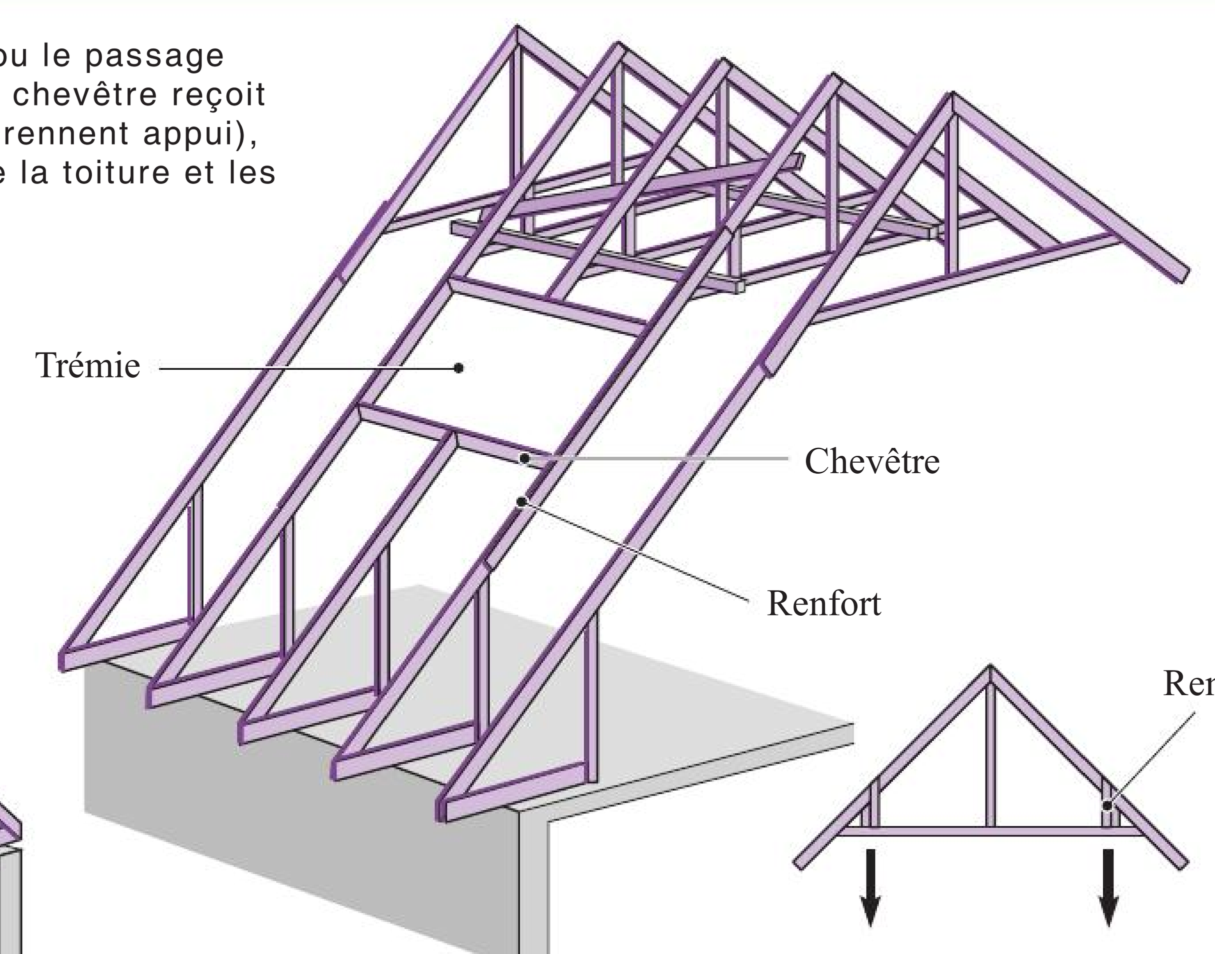


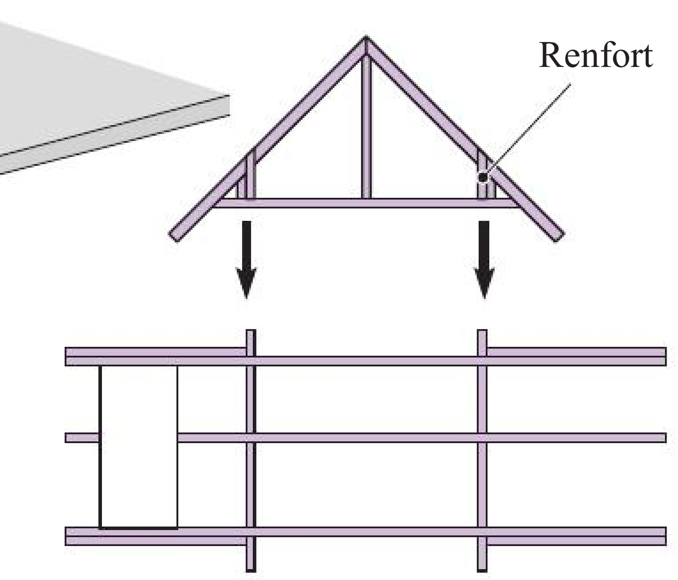
Points singuliers

La réalisation d'une trémie pour un châssis de toit, une cheminée ou le passage d'un escalier nécessite la mise en place d'un chevêtre. Lorsque ce chevêtre reçoit des charges importantes (par exemple si des fermes tronquées y prennent appui), ces charges doivent être prises en compte lors de la conception de la toiture et les fermes voisines doivent être renforcées.



Renforts d'arbalétrier pour trémie d'escalier





Renfort des pièces autour d'une lucarne de combles aménageables

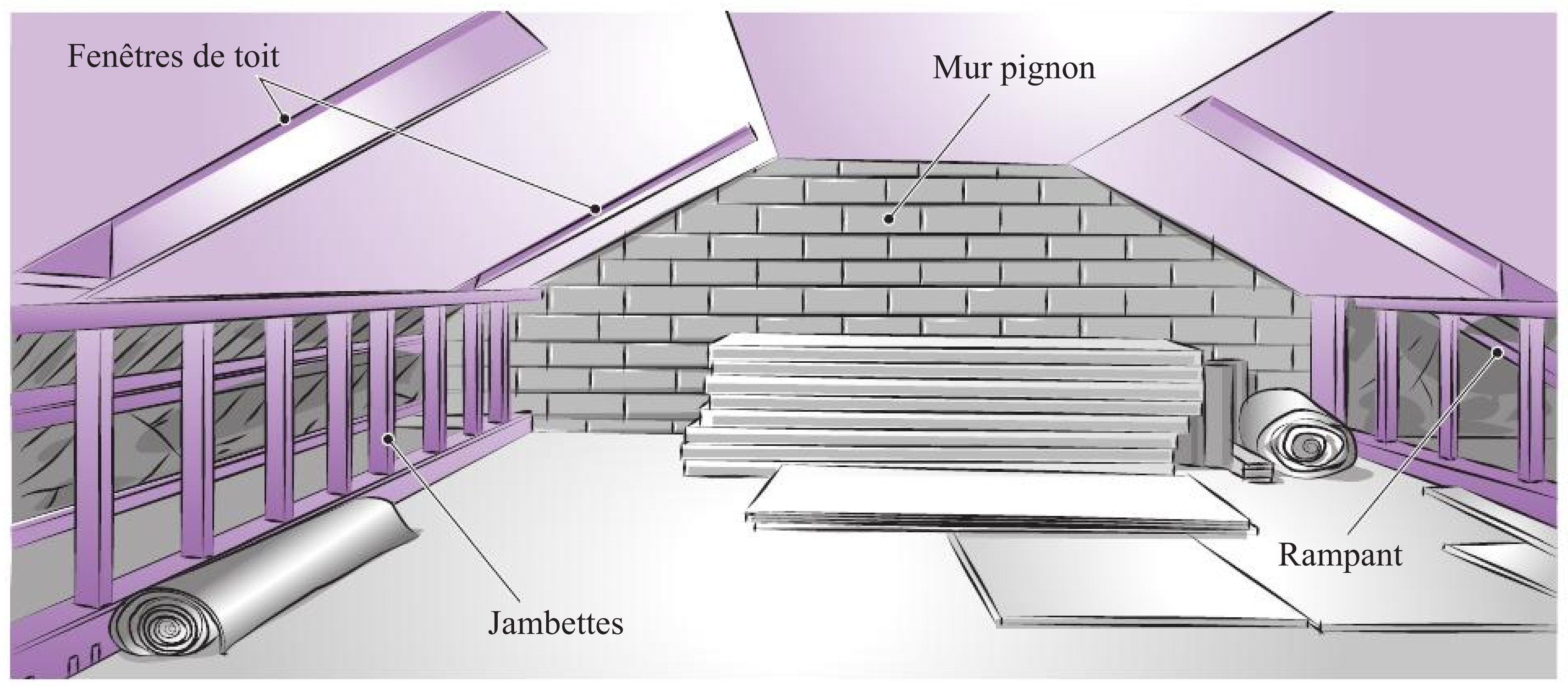
Comment ça marche

Aménagement des combles

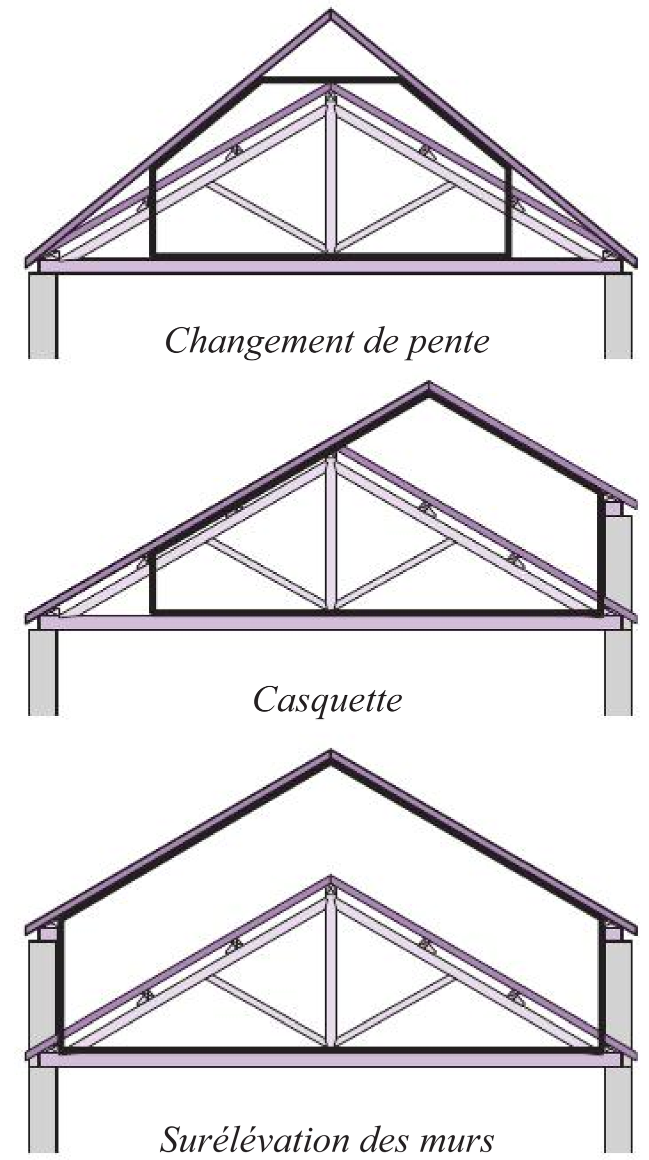
La transformation du volume sous les combles implique de modifier les pièces de charpente qui obstruent l'espace (poinçons, contrefiches, etc.). Ces modifications doivent être envisagées avec précaution. La suppression d'une partie de la triangulation et l'augmentation des charges dues à la création d'un plancher et à l'habillage des combles entraînent des difficultés et des risques qui ne doivent pas être sous-estimées.

Principes et aménagements

La transformation du volume sous les combles permet d'augmenter la surface habitable d'une habitation en créant des pièces supplémentaires (a). À moins d'avoir été anticipée dès la construction, la création de combles habitables entraîne des modifications et des renforcements de la charpente. Si une surélévation est nécessaire, dans le cas d'une toiture à faible pente, plusieurs techniques sont possibles quel que soit le type de charpente (traditionnelle ou industrielle à fermettes) (b). Quels que soient le type de toiture et les travaux envisagés, modifier la charpente sans prendre les précautions nécessaires peut mettre en danger toute la toiture, voire l'habitation elle-même. Le dépôt d'une déclaration préalable est obligatoire dès lors que les travaux d'aménagement de combles modifient l'aspect extérieur du bâtiment. Il est nécessaire de déposer un permis de construire si la surface de plancher créée est supérieure à 20 m².



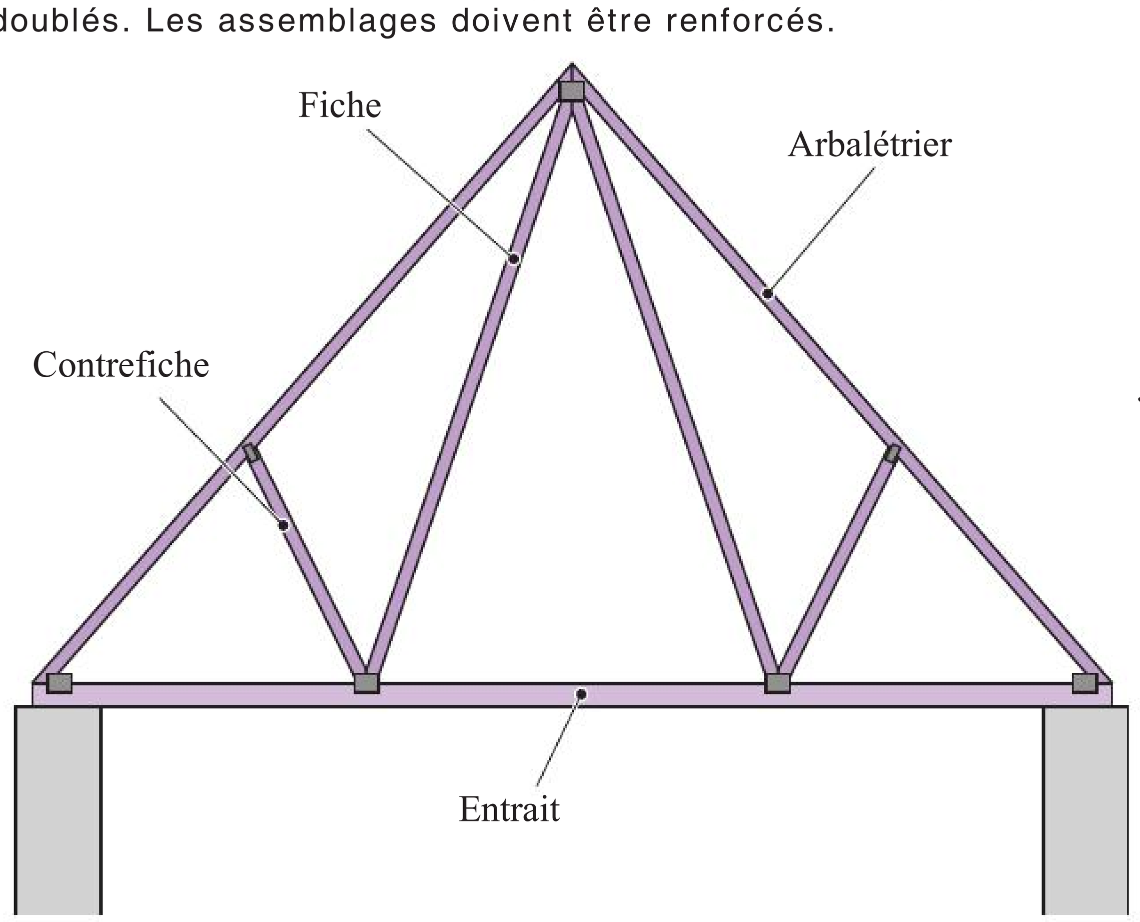
a **Transformation du volume sous les combles**



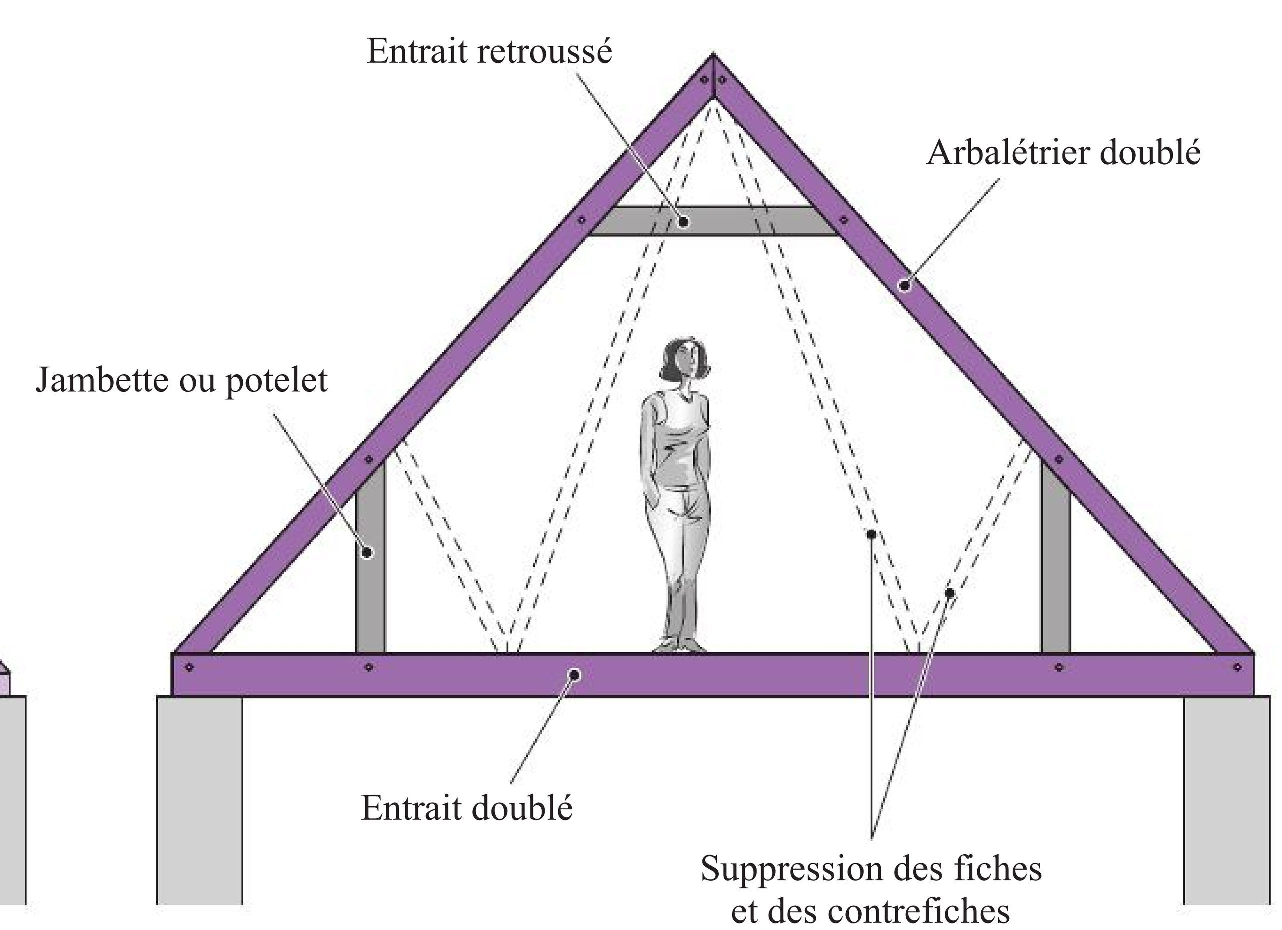
b **Surélévation de la toiture**

Modification des charpentes industrielles

Les charpentes industrielles sont principalement composées de fermettes en M ou en W (a). Cette structure enchevêtrée empêche toute possibilité d'aménagement des combles. Afin de pouvoir supprimer la triangulation des fiches et des contrefiches pour libérer l'espace, les fermettes sont renforcées au moyen d'entraits retroussés et de jambettes ou potelets (b). Les entraits sont consolidés par des poutres (bois massif, lamellé-collé, lamibois, poutres composites en I) qui permettent de supporter le futur plancher tandis que les arbalétriers sont doublés. Les assemblages doivent être renforcés.



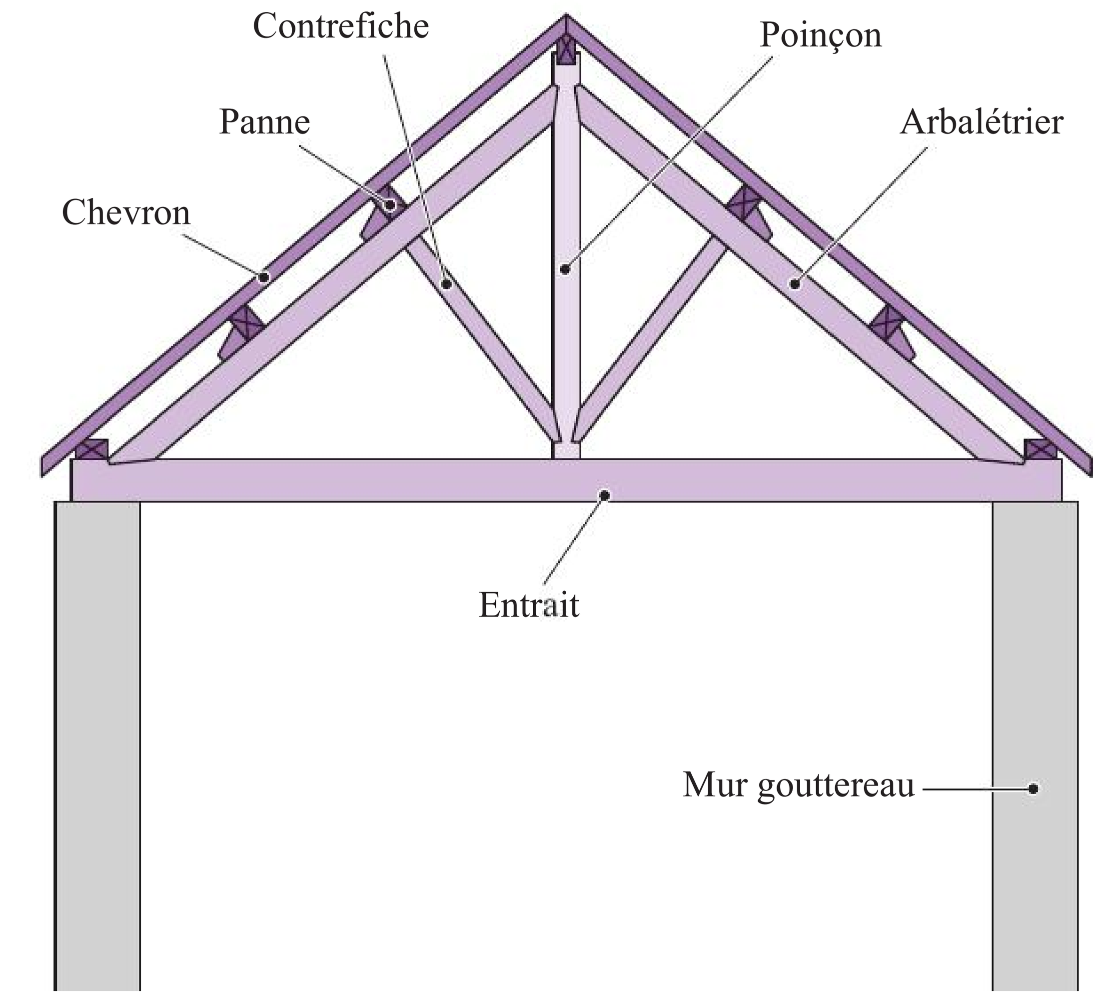
a **Fermette en W**



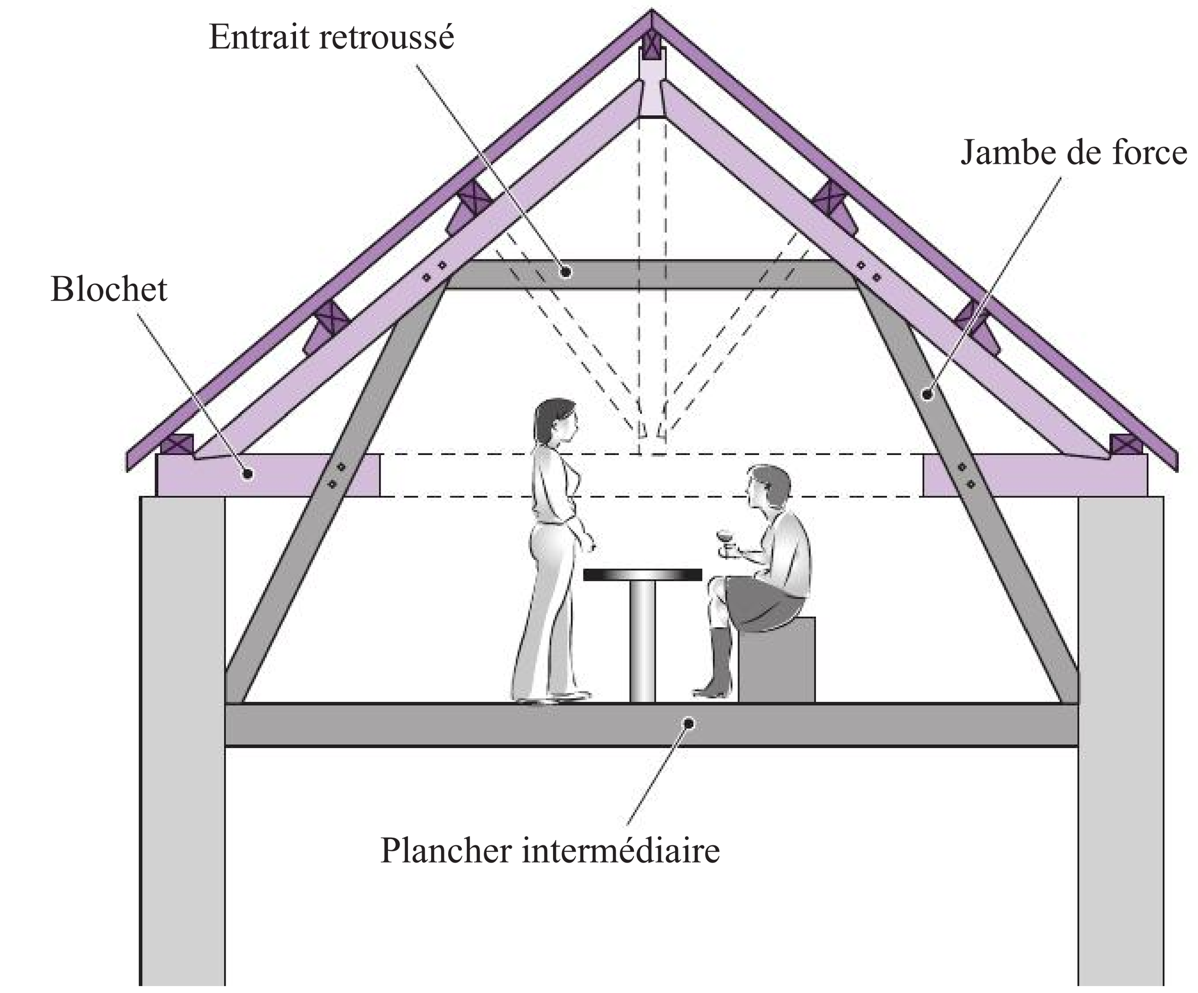
b **Renforcement et suppression de la triangulation**

Modification des charpentes à faibles pentes

Les fermes latines ou romaines, utilisées pour les toits à faibles pentes (a), sont composées d'un poinçon central soutenu par deux contrefiches appuyées sur les arbalétriers. La suppression du poinçon et des contrefiches est rendue possible par la mise en œuvre d'éléments formant une ferme à entrait retroussé qui reporte les charges sur les murs. Pour ces charpentes à faible pente (b), une ferme à entrait retroussé ne permet pas toujours de créer un espace suffisant. Si la hauteur des murs gouttereaux le permet, la mise en œuvre d'un plancher intermédiaire dégagera une hauteur sous plafond acceptable. Des jambes de force fixées aux blochets (parties restantes de l'entrait découpé) soulagent les arbalétriers en reportant une partie des charges sur les murs. Si la hauteur n'est pas suffisante au niveau des murs gouttereaux, une surélévation de la toiture doit être envisagée.



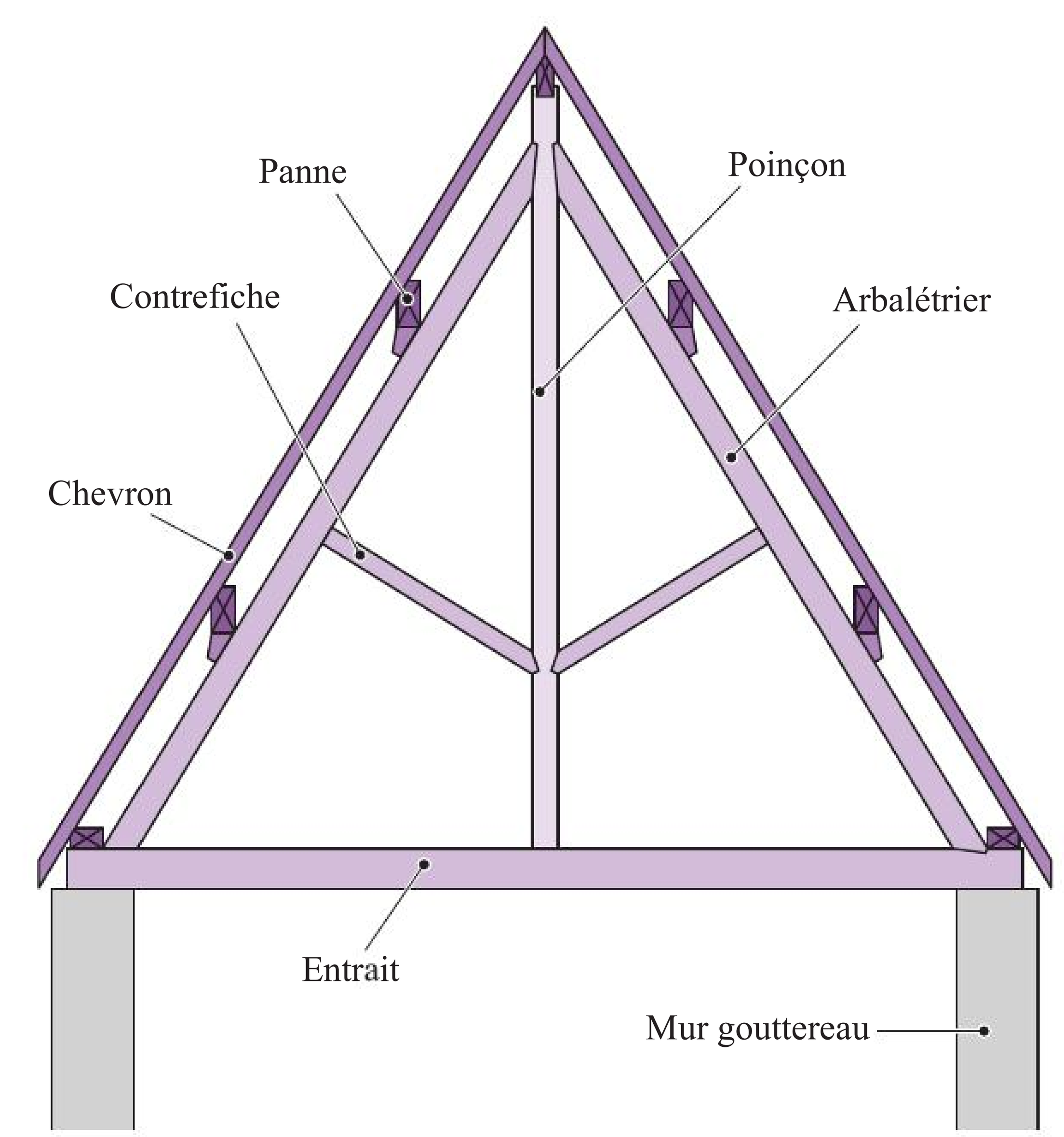
a **Ferme latine ou romaine à faible pente**



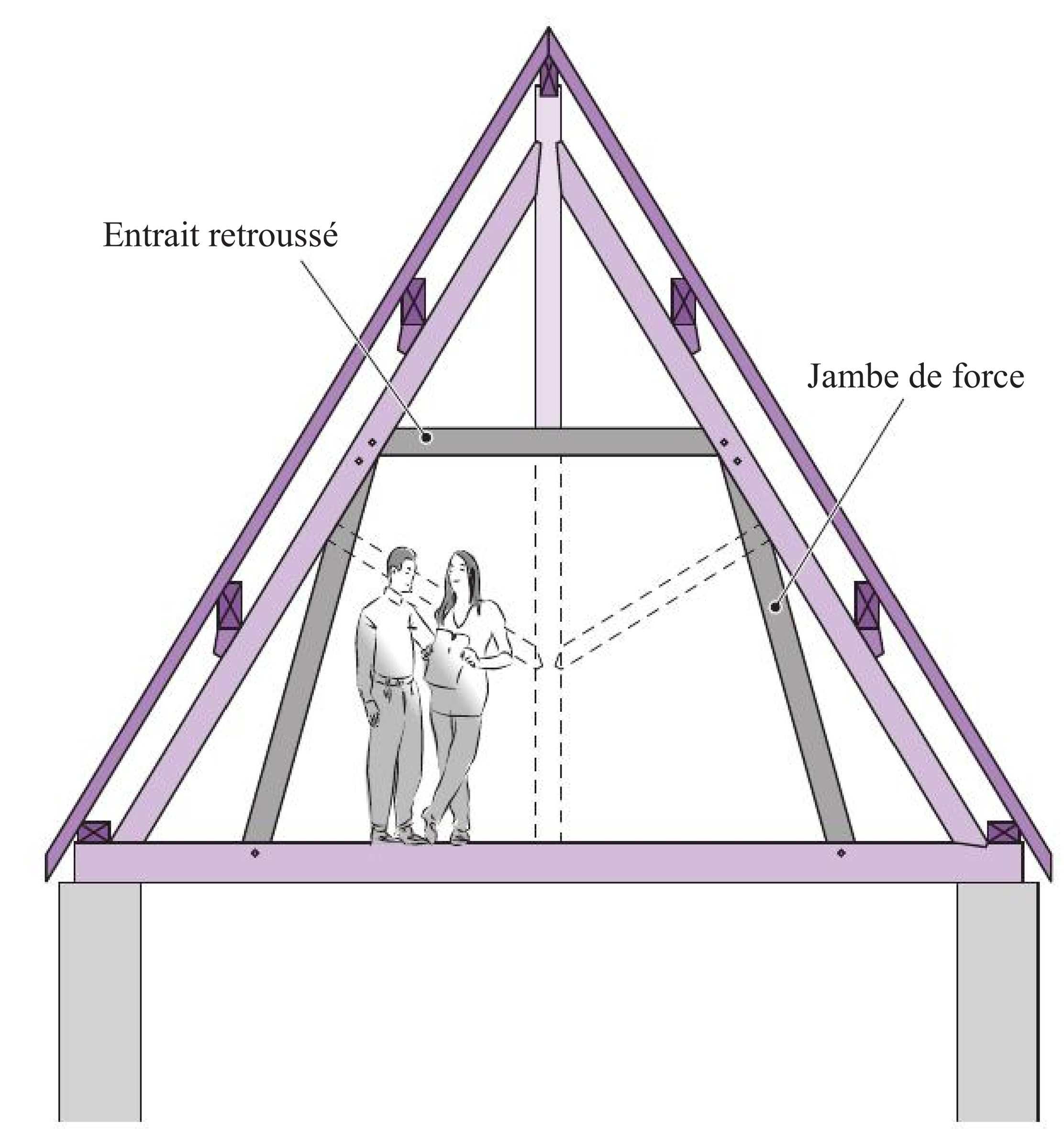
b **Renforcement et suppression d'une partie de l'entrait**

Modification des charpentes à fortes pentes

Dans le cas d'un toit à forte pente (a), la pose d'un entrait retroussé et de deux jambes de force suffisent à répartir la charge (b). La suppression du poinçon et des deux contrefiches permet de libérer l'espace et d'aménager le comble.



a **Ferme latine ou romaine à forte pente**



b **Renforcement et suppression du poinçon et des contrefiches**

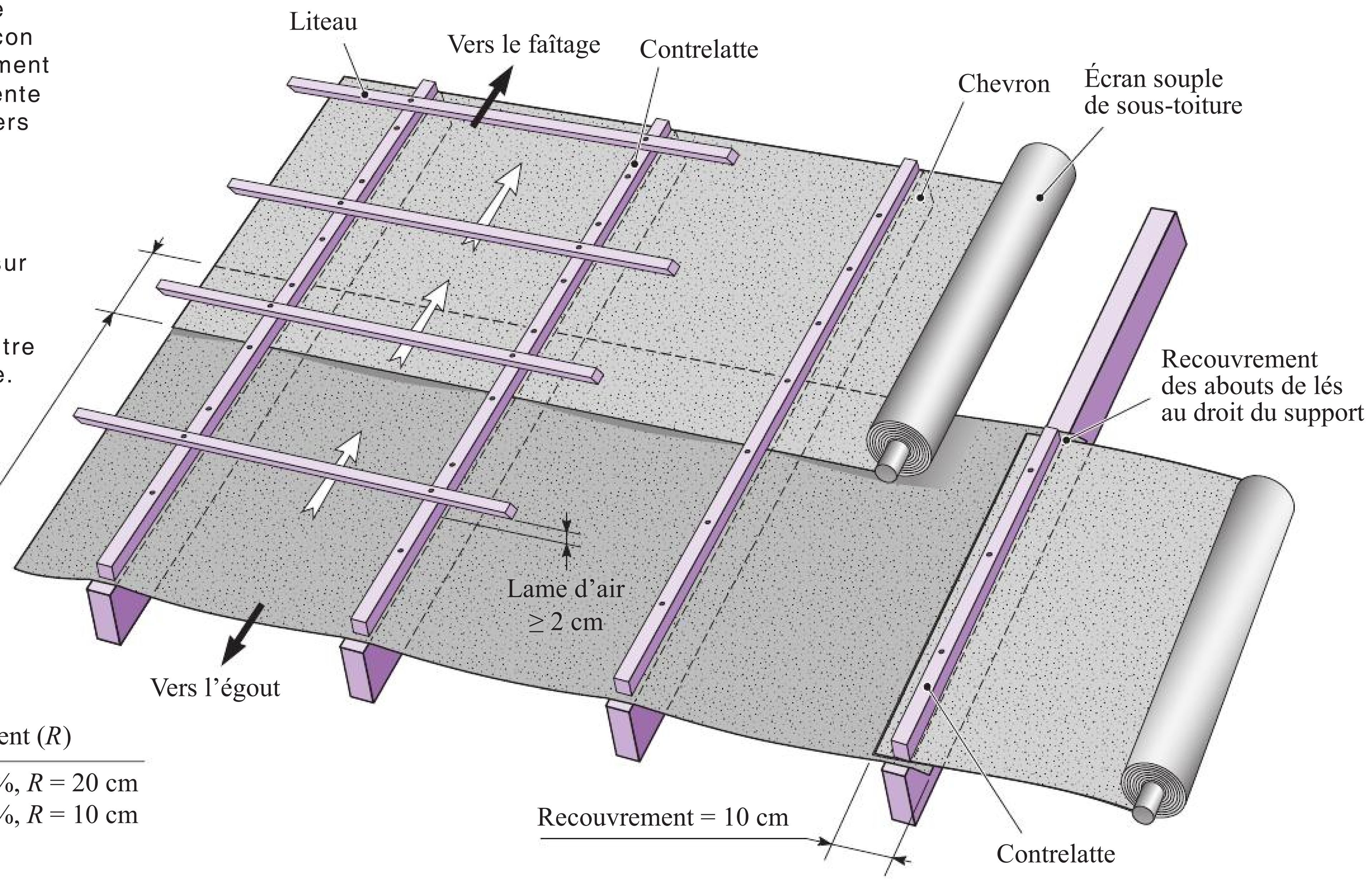
Écrans souples de sous-toiture

Comment ça marche

L'écran de sous-toiture permet de recueillir et d'évacuer vers l'égout les eaux de fonte de neige, la condensation éventuelle et les pénétrations accidentelles d'eau de pluie, dues au déplacement d'une tuile par exemple. Il protège les locaux de la poussière, de la suie, du risque d'entrée d'oiseaux ou de gros insectes dans les combles. Il limite le soulèvement des tuiles sous l'effet du vent et contribue à la performance thermique des isolants grâce à un effet coupe-vent. Il peut être bitumineux, hautement perméable à la vapeur d'eau (HPV), ou synthétique.

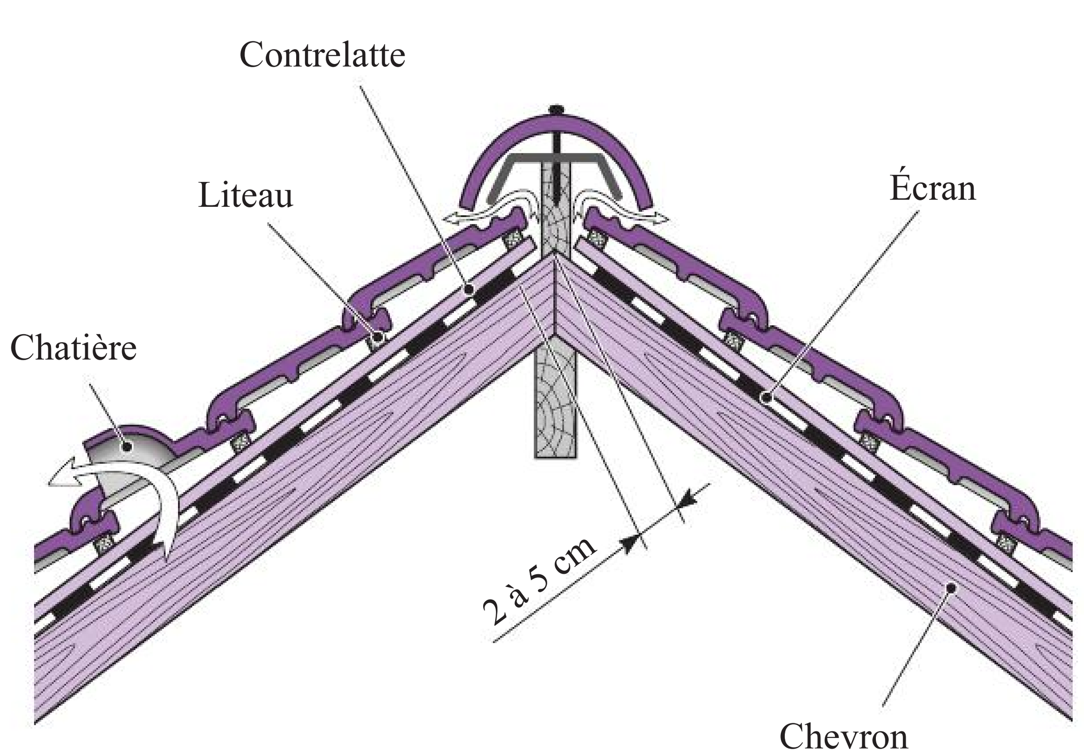
Pose sur support discontinu

Les lés des écrans souples de sous-toiture sont posés de façon à être tendus perpendiculairement à la ligne de la plus grande pente de la couverture, de l'égout vers le faîtage. Ils sont fixés provisoirement au support par des pointes ou agrafes, puis définitivement par la mise en place d'une contrelatte fixée sur les chevrons. Les dimensions des contrelattes définissent l'épaisseur de la lame d'air entre l'écran souple et la couverture. Les liteaux, destinés à supporter les éléments de couverture, sont posés perpendiculairement aux contrelattes et fixés aux chevrons à travers les contrelattes et l'écran souple.



Écran ventilé sous faîtage

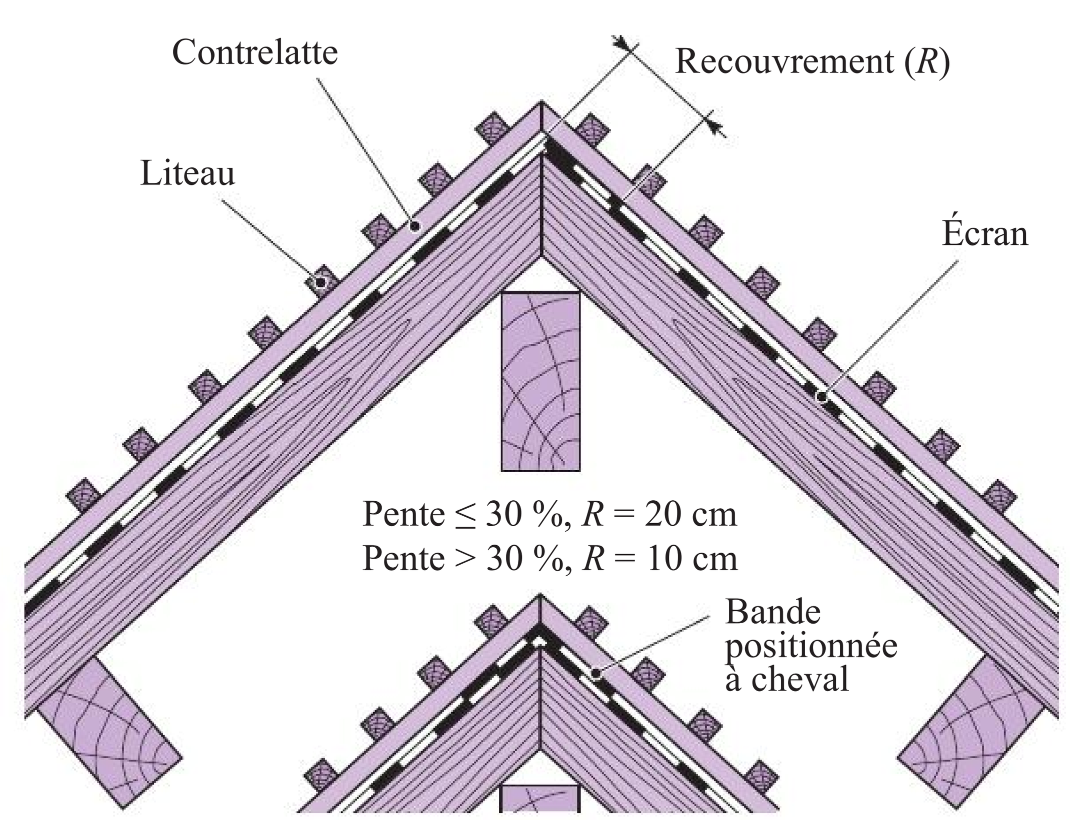
Afin de conserver la ventilation de la sous-face de l'écran souple, ce dernier est coupé 2 à 5 cm avant la ligne de faîtage. L'air est évacué soit par ventilation linéaire en faîtage (closoir ventilé), soit par des chatières ou des tuiles de ventilation disposées près du faîtage.



Ventilation par closoir ventilé ou par chatière

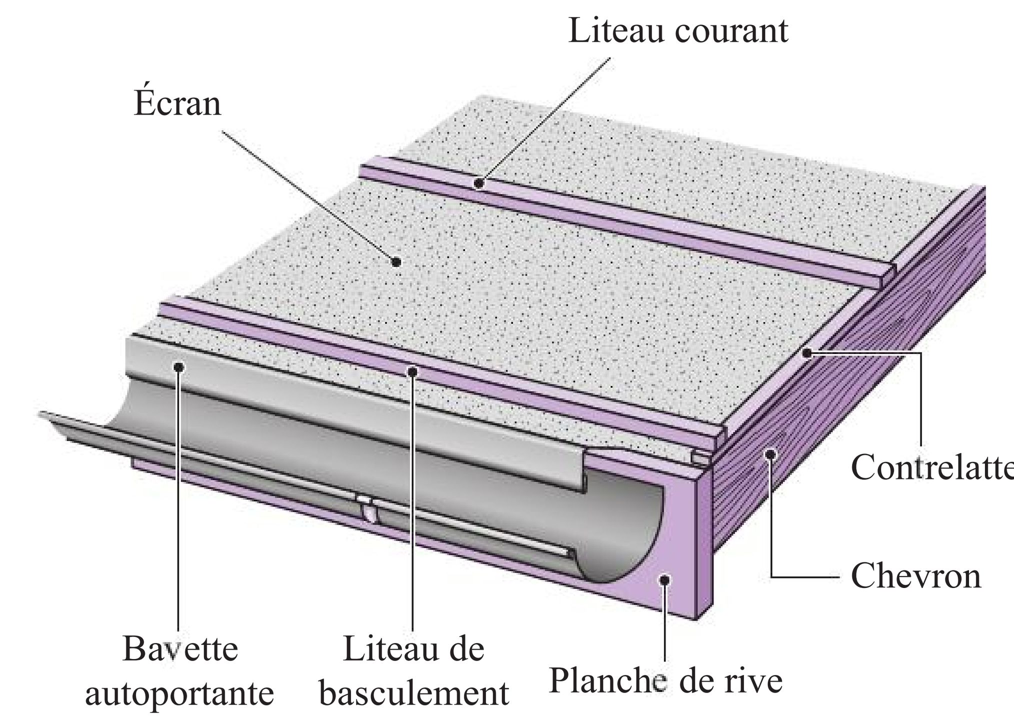
Écran non ventilé sous faîtage

Le traitement peut s'effectuer par :
- un recouvrement continu en retournant le dernier lé d'un versant sur l'autre ;
- la pose d'une bande positionnée à cheval sur le faîtage, assurant ainsi un recouvrement de part et d'autre.

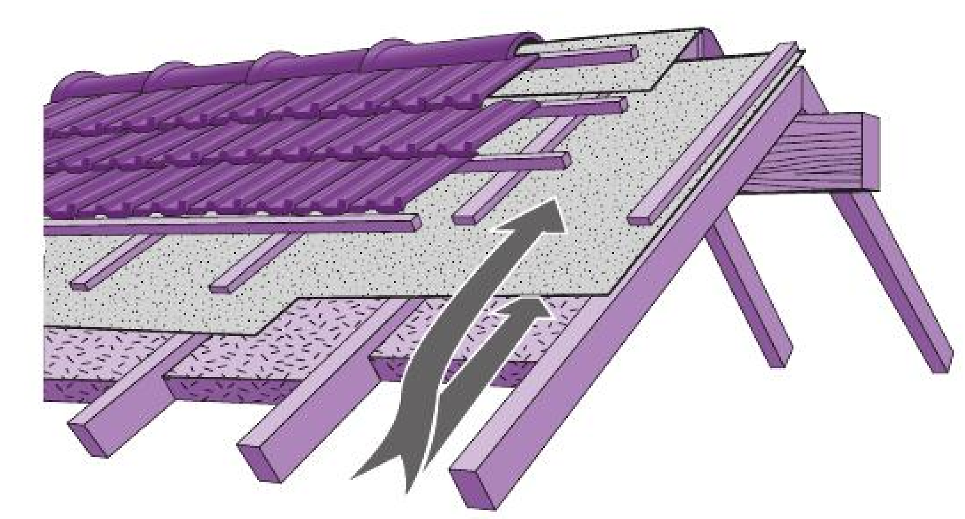


Raccordement à l'égout

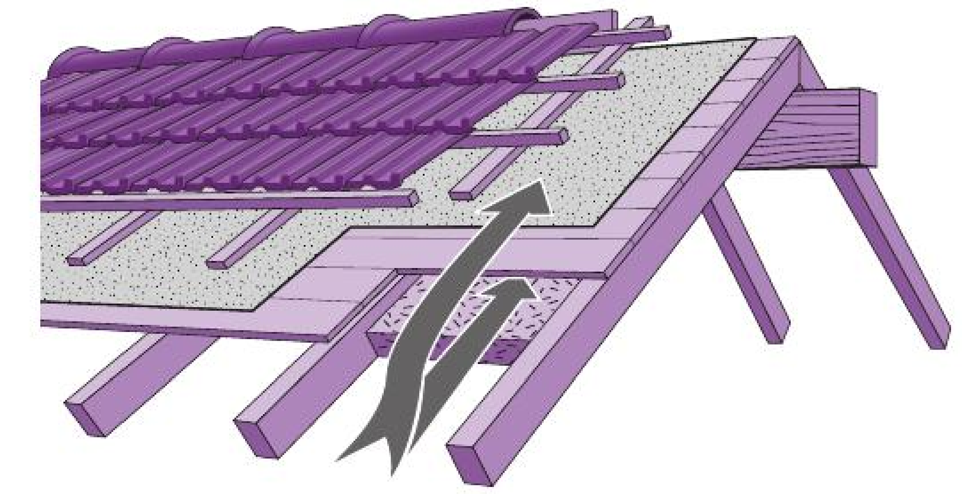
Le raccordement de l'écran souple à la gouttière permet d'évacuer vers l'égout les eaux des éventuelles pénétrations de neige. Il est réalisé au moyen d'une bande rigide formant larmier, fixée sur les chevrons et recouverte sur au moins 10 cm par l'écran qui est arrêté au ras de l'égout.



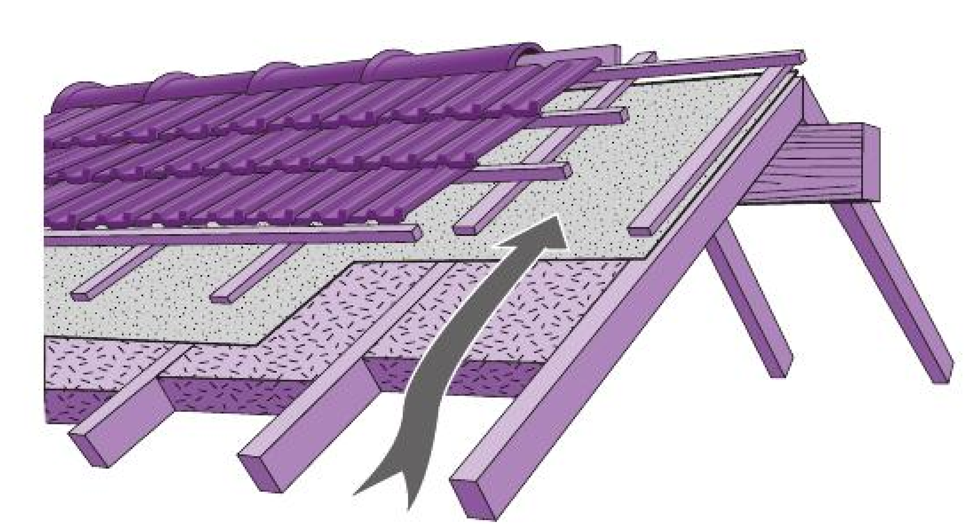
Modes de pose



Tendu sur support discontinu avec ventilation sous l'écran



Sur support continu ventilé en sous-face

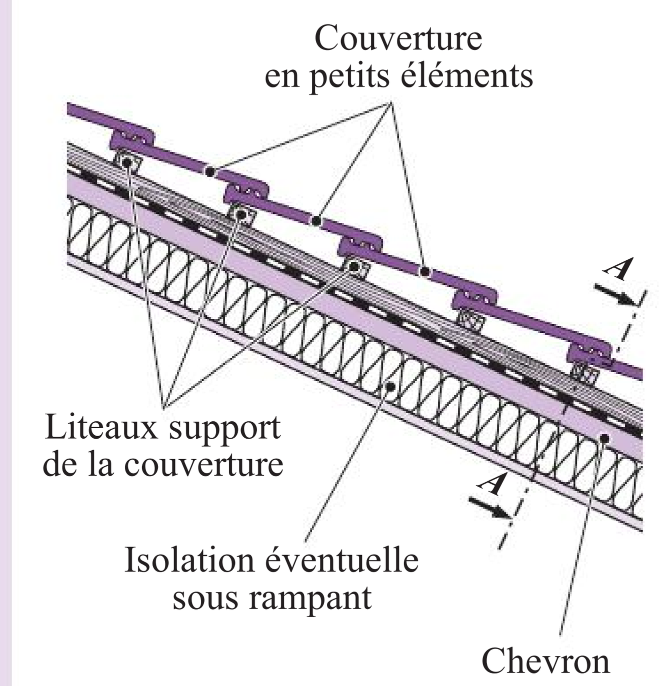


Dans ce cas, l'écran de sous-toiture doit être hautement perméable à la vapeur d'eau (HPV) et un pare-vapeur sur l'isolant côté intérieur doit être prévu.

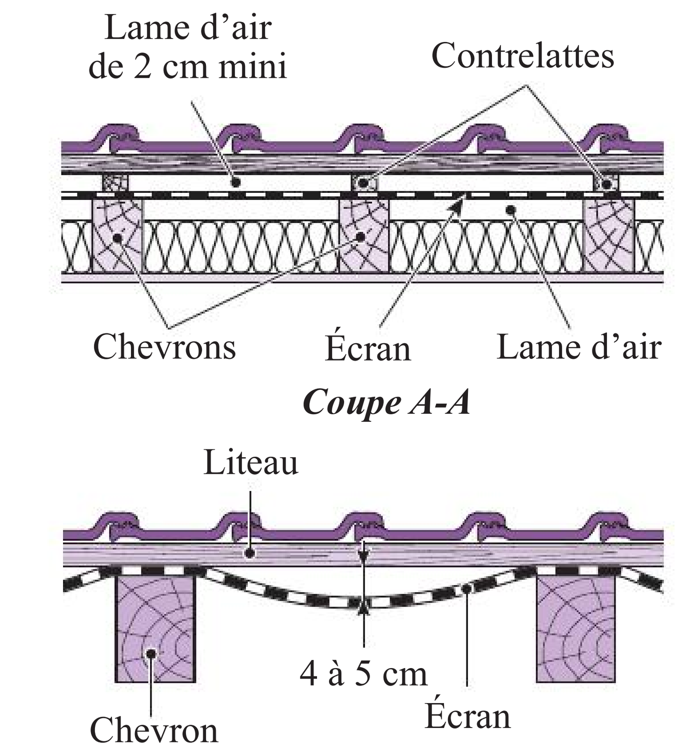
Tendu sur support discontinu sans ventilation en sous-face
(au contact de l'isolant et/ou sur lame d'air non ventilée)

Mise en œuvre avec ou sans contrelatte

En aucun cas, l'écran ne peut être mis directement sur les liteaux car il est indispensable que l'air circule entre sa surface et les tuiles. Si la meilleure solution consiste à relever le niveau d'appui des liteaux par une contrelatte (a), on peut également disposer l'écran sur les chevrons sans le tendre (b).



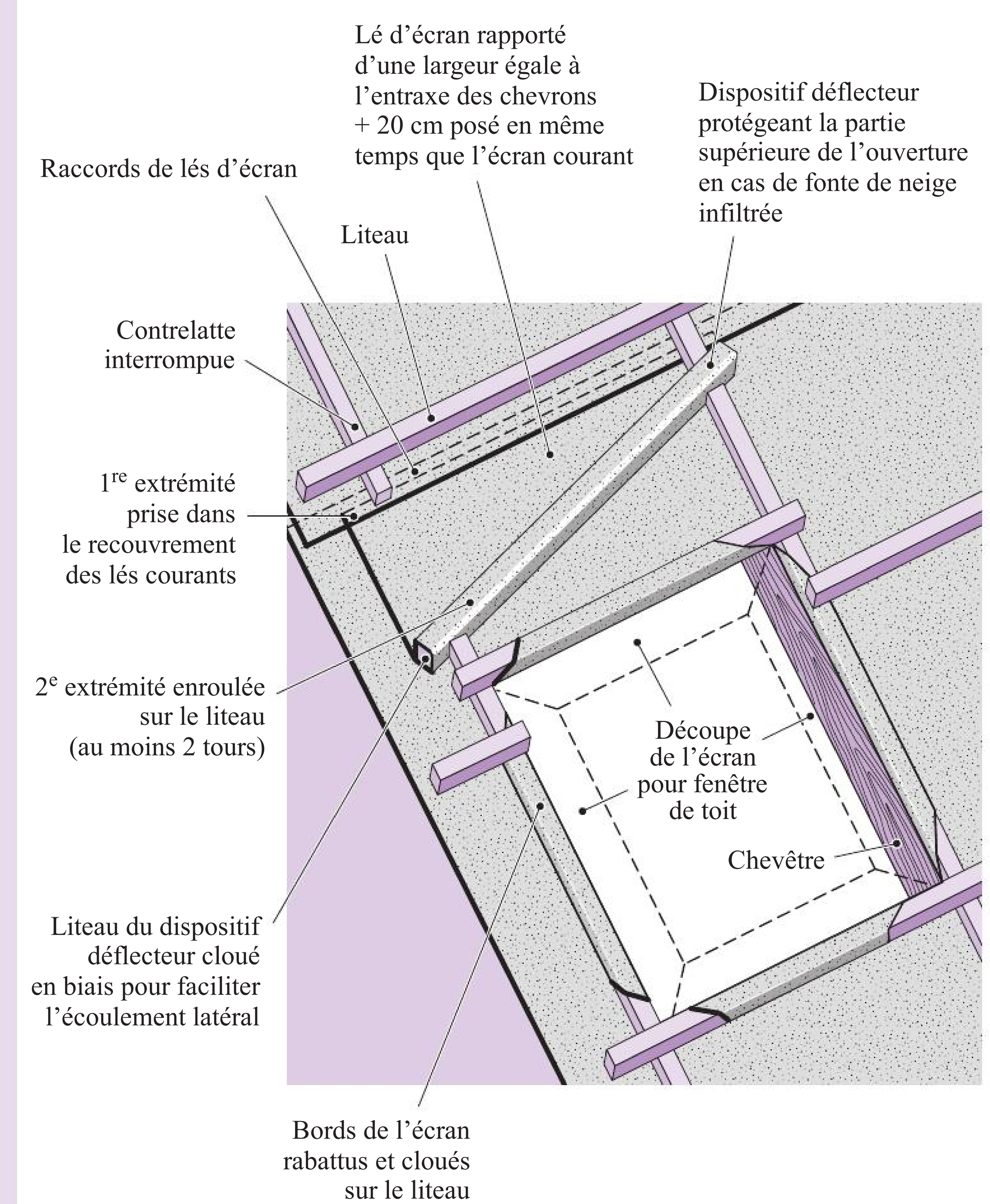
a Avec contrelatte



b Sans contrelatte (à éviter)

Point singulier : une fenêtre de toit

Un déflecteur est positionné en partie supérieure de l'ouverture créée dans l'écran. Lorsque l'écran est posé tendu et ventilé sur les deux faces, la ventilation de la fenêtre de toit doit être assurée par un aérateur ou tout autre dispositif approprié.



Comment ça marche

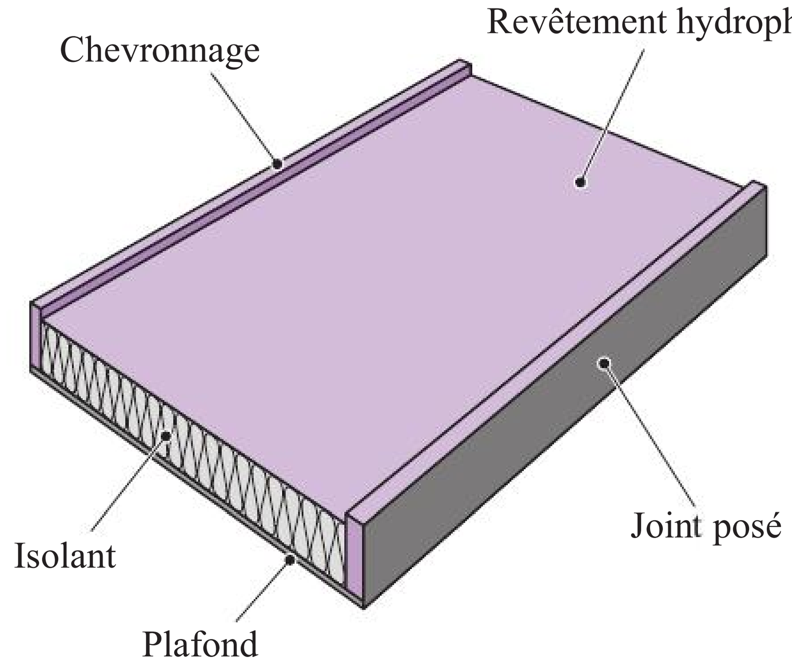
Panneaux de toiture monoblocs

Les panneaux de toiture sont des systèmes non traditionnels ; leur utilisation est régie par des avis techniques spécifiques à chaque type de fabrication. Ils sont adaptés aux charpentes traditionnelles en bois massif ou contrecollé. Associant des éléments structuraux et isolants, ces panneaux porteurs supportent la couverture et offrent généralement une sous-face finie constituant le plafond sous combles.

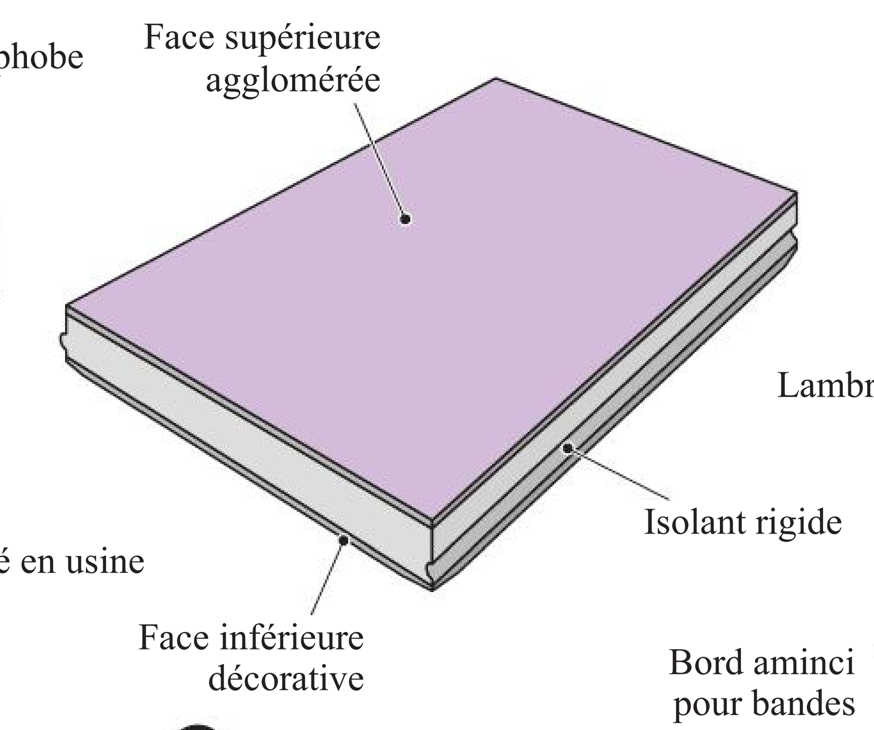
Forme et dimensions des panneaux

Il existe deux familles principales de panneaux :
- les caissons chevronnés (a), constitués de nervures en bois massif ou en bois reconstitué, d'un panneau en sous-face en planches ou en dérivés du bois et éventuellement d'un panneau de surface. Ils intègrent dans leur épaisseur un isolant thermique ;
- les panneaux sandwich (b), constitués d'un isolant thermo-acoustique intercalé entre deux parements. Ces trois couches solidaires confèrent au produit sa capacité portante. Le parement supérieur peut être équipé de contre-liteaux.

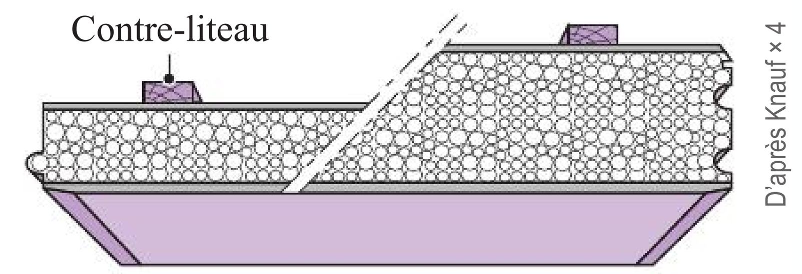
Chaque famille offre de nombreuses variantes de panneaux : dimensions, type d'isolant, raccord, mode d'assemblage, présence ou non de contre-liteaux, etc. (c). L'épaisseur des caissons et panneaux varie de 80 à 260 mm pour des largeurs de 0,20 à 1 m et des longueurs pouvant atteindre 18 m. La portée mise en œuvre peut atteindre 6 m en panneaux sandwich et 9 m en caissons chevronnés.



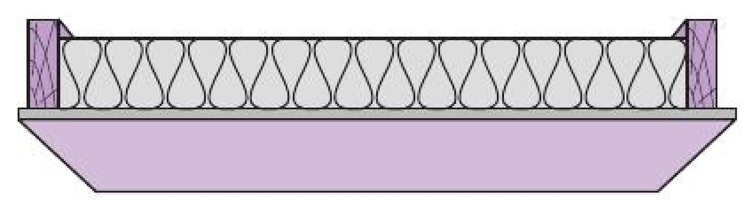
a **Caisson chevronné**



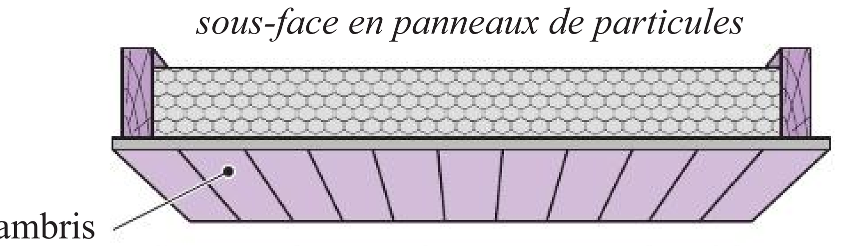
b **Panneau sandwich**



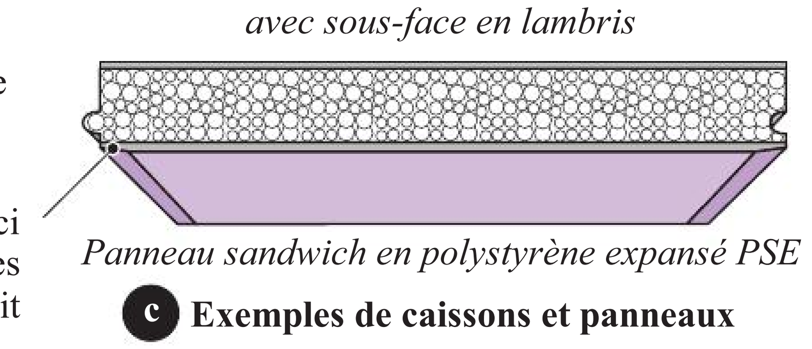
Panneau sandwich en polystyrène expansé PSE avec contre-liteaux, sous-face en plaque de plâtre



Caisson chevronné en laine minérale sous-face en panneaux de particules



Caisson chevronné en mousse polyuréthane avec sous-face en lambris

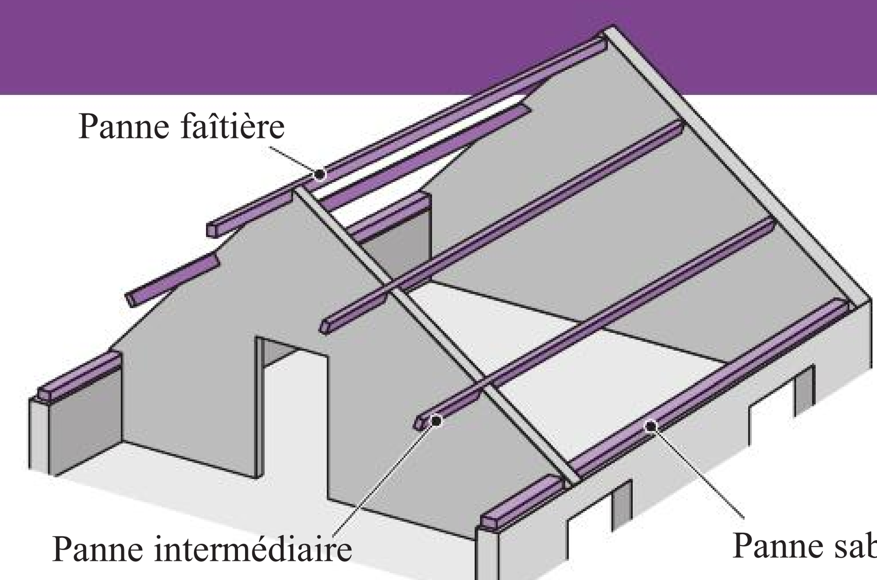


Panneau sandwich en polystyrène expansé PSE

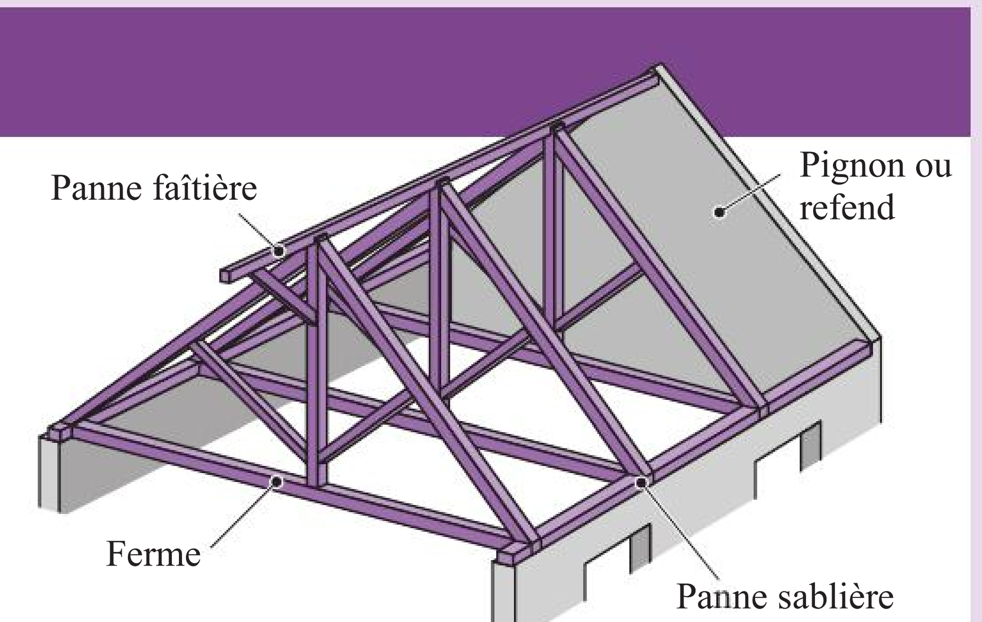
c **Exemples de caissons et panneaux**

Sens de pose

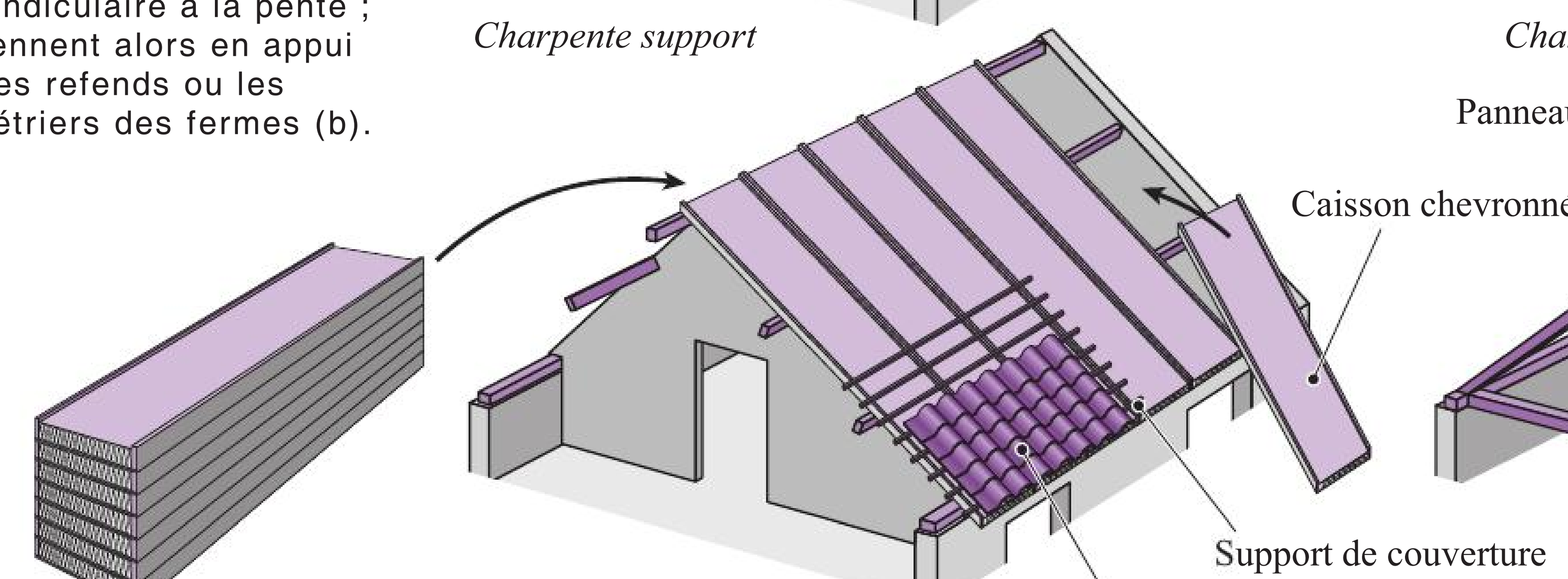
Sur les toitures à un ou deux versants, les caissons et panneaux se posent généralement dans le sens de la pente, en appui sur une panne faîtière, une sablière et une ou plusieurs pannes intermédiaires (a). Les panneaux peuvent également être posés à joints croisés dans le sens perpendiculaire à la pente ; ils viennent alors en appui sur des refends ou les arbalétriers des fermes (b).



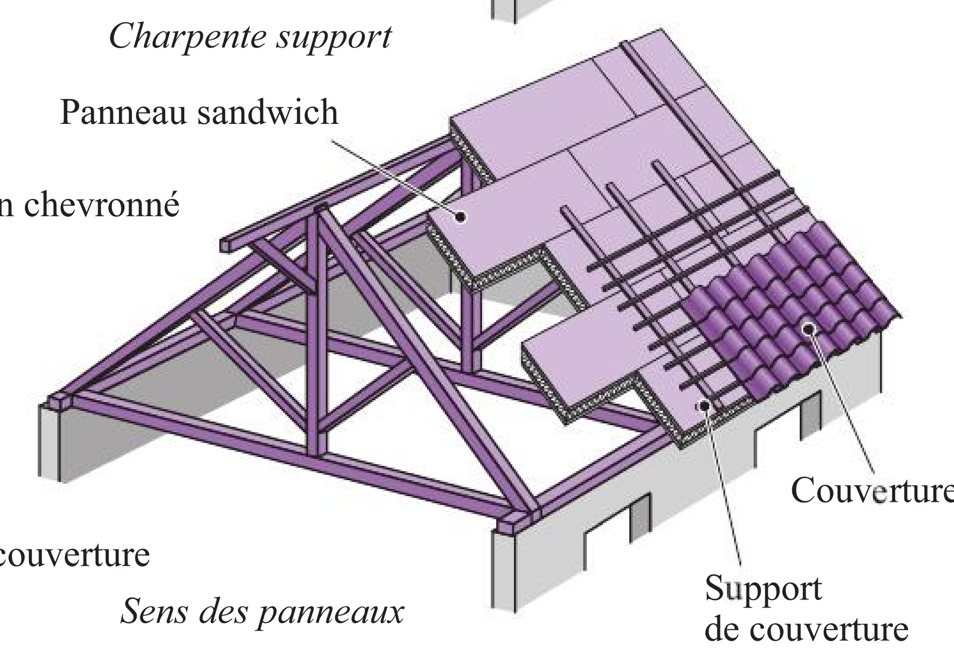
Charpente support



Charpente support



Sens des caissons



Sens des panneaux

a **Pose des caissons chevronnés** (parallèles au rampant) **b** **Pose des panneaux sandwich** (perpendiculaires au rampant)

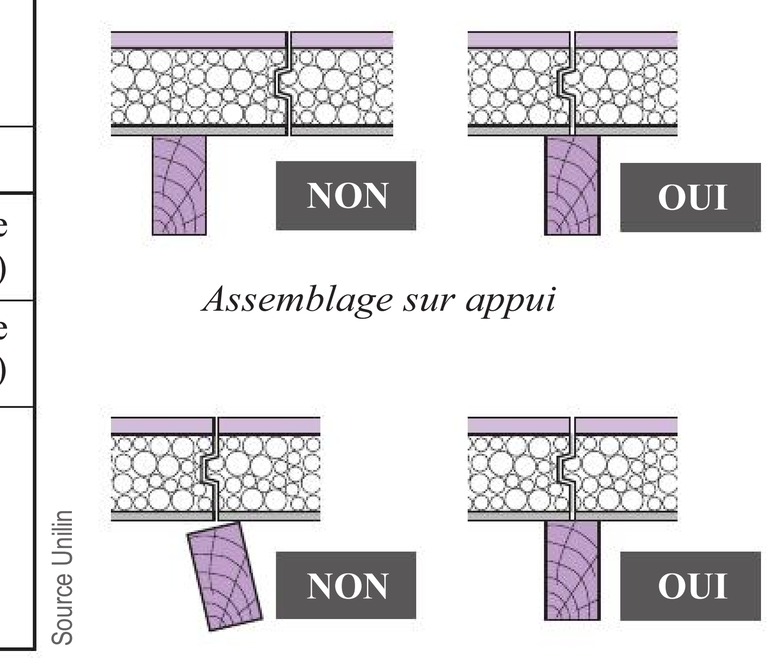
Assemblage, fixation et ventilation

La ventilation de la toiture est assurée (a) :
- pour les caissons chevronnés, grâce à l'espace situé entre l'isolant et le haut des chevrons. La lame d'air du caisson doit être compatible avec le type de couverture envisagé ;
- pour les panneaux sandwich, grâce à la hauteur des contre-liteaux.

Si une double ventilation est nécessaire, elle est assurée par la pose d'un écran de sous-toiture. L'assemblage des caissons entre eux est réalisé par rainure et languette ou fausse languette, en prévoyant un léger jeu entre les caissons. L'étanchéité à l'eau et à l'air est assurée par la pose de bandes autocollantes, mastics souples, etc. pour éviter la pénétration d'eau dans les panneaux.
Les panneaux sont fixés au niveau des appuis (b) par des vis d'un diamètre compris entre 6 et 8 mm et de longueur adaptée ; des clous et des crochets sont également utilisés. Le nombre de points de fixation est indiqué par le fabricant. Une attention particulière aux fixations basses des toitures en pente permet d'éliminer tout risque de glissement et de soulèvement dûs au vent.

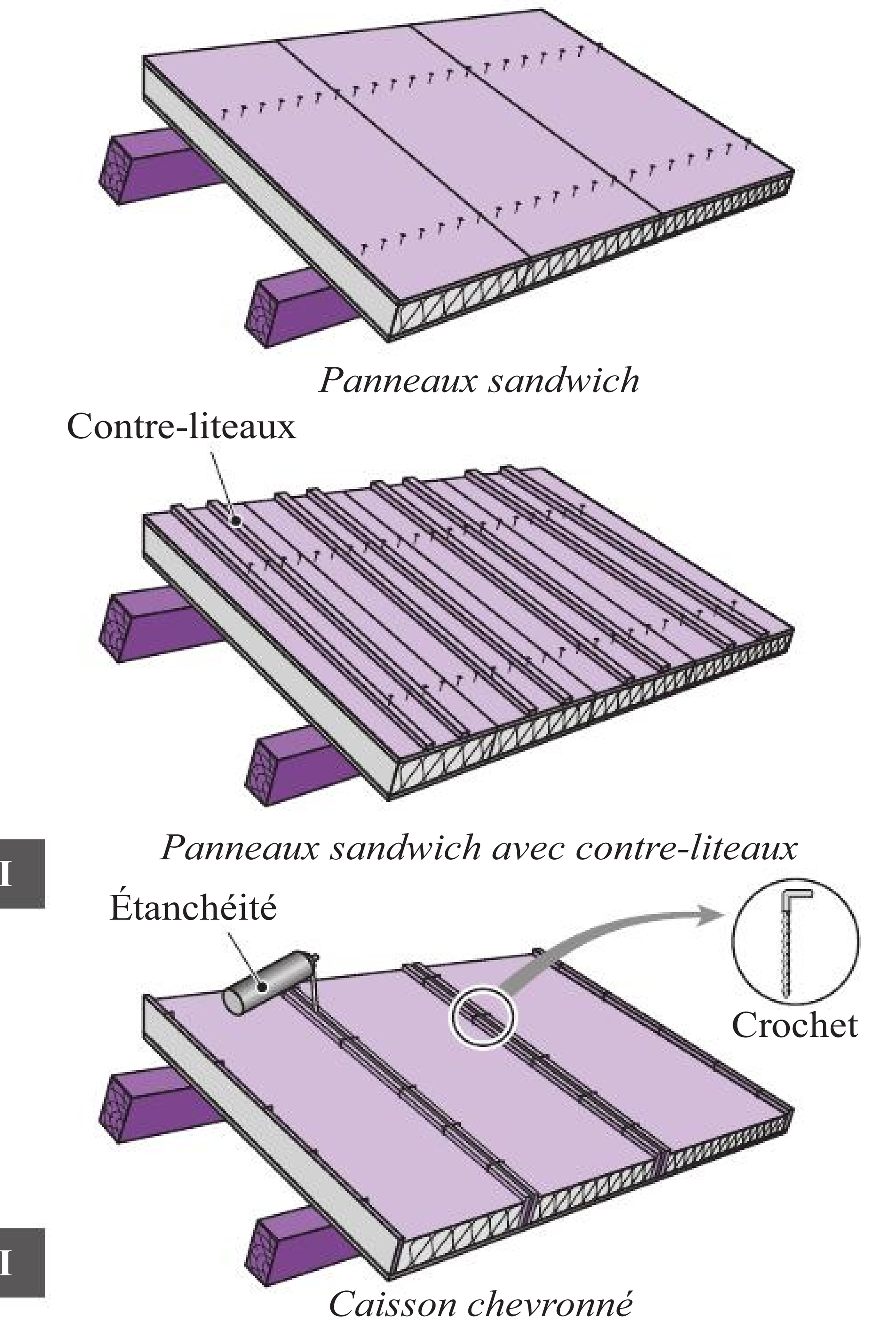
Lame d'air (mm) h	Type de couverture
h = 20	Tuiles et ardoises
h = 60	Bardeaux bitumineux et feuilles de zinc (longueur de rampant > 12 m)
h = 40	Bardeaux bitumineux et feuilles de zinc (longueur de rampant < 12 m)
Contre-liteau h_1 h_2 Écran (sous-toiture)	Double ventilation par écran de sous-toiture (h_1 = 20 mm mini)

a **Ventilation des couvertures** (lame d'air)



Assemblage sur appui

Planéité des appuis



Panneaux sandwich

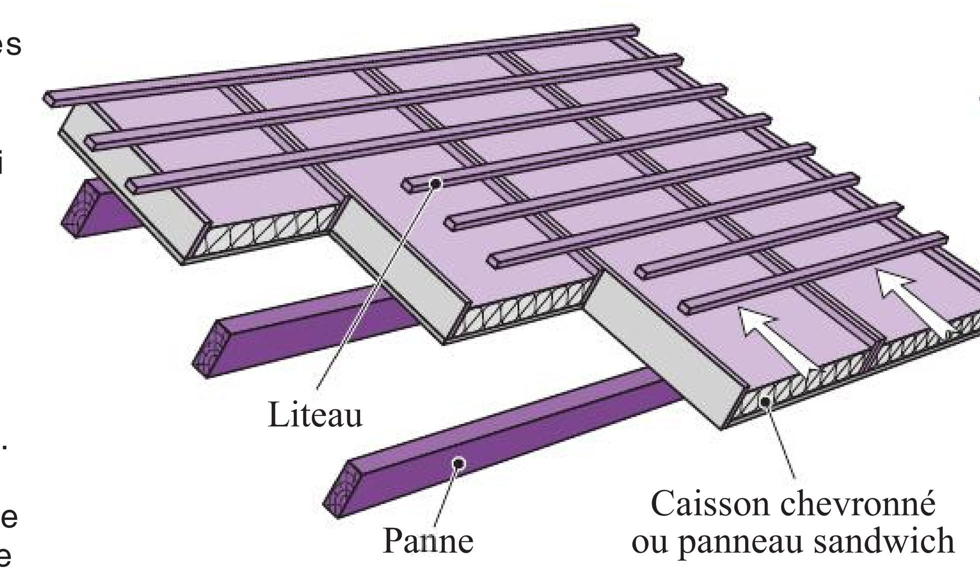
Panneaux sandwich avec contre-liteaux

Caisson chevronné

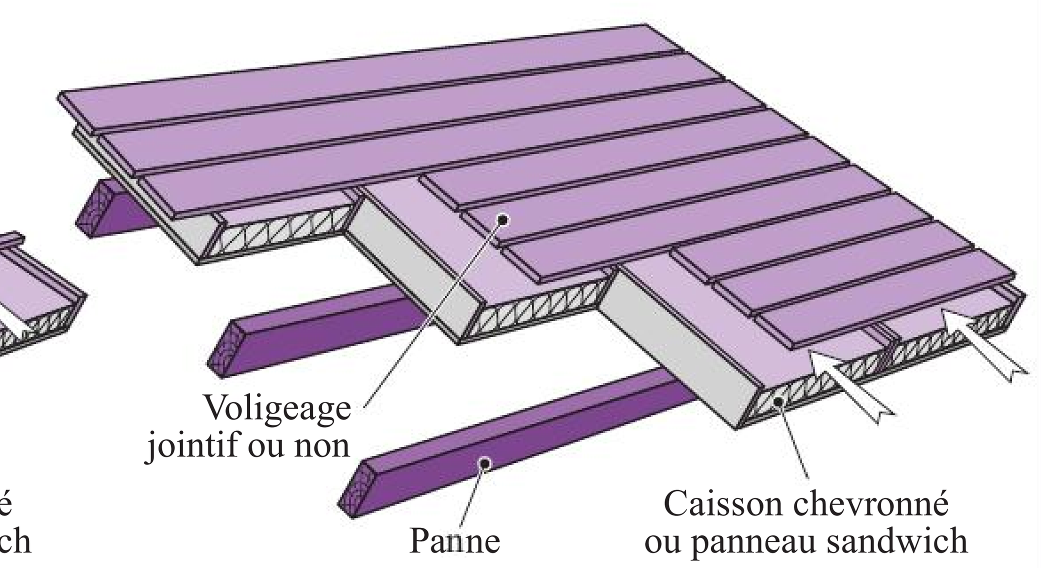
b **Fixation des panneaux et caissons**

Supports de couverture

Les panneaux de toiture peuvent recevoir la plupart des supports de couverture. Sont distingués :
- les ensembles de liteaux qui supportent les couvertures en petits éléments : tuiles, ardoises, etc. (a). Les liteaux sont posés à intervalles réguliers de sorte que leur plus grande section soit orientée dans le sens vertical. Leur écartement de pose est égal au pureau de l'élément de couverture (longueur diminuée du recouvrement) ;
- les voligeages (jointifs ou non) qui supportent les couvertures en feuilles de zinc (b) ;
- les supports continus ventilés en plaques (panneaux de particules CTB-H, etc.) pour les couvertures en bardeaux bitumineux (c) ;
- les lambourdes sur contre-liteaux qui supportent les couvertures en plaques métalliques ou fibres-ciment (d).

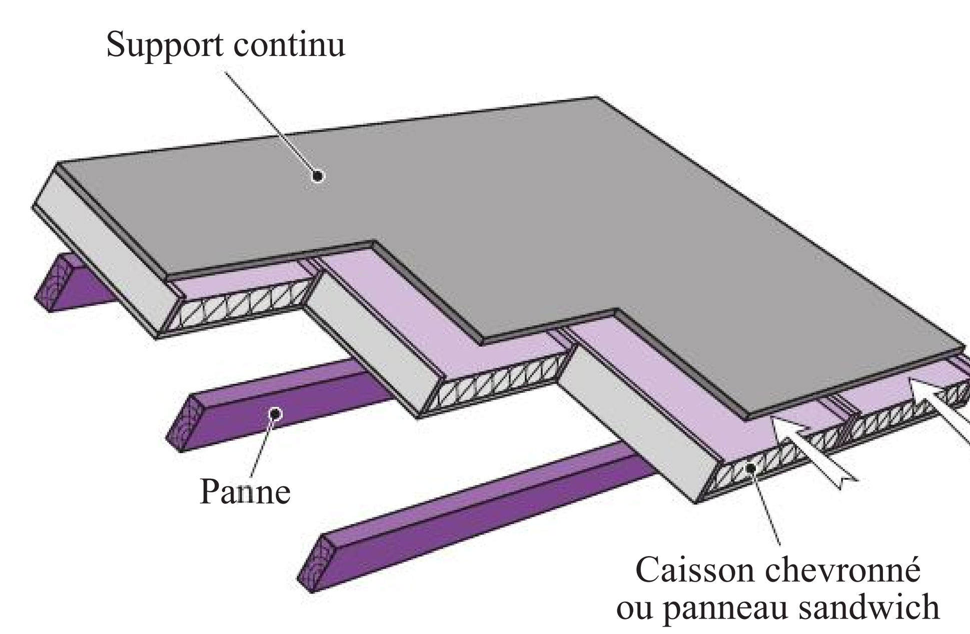


a **Litonnage**

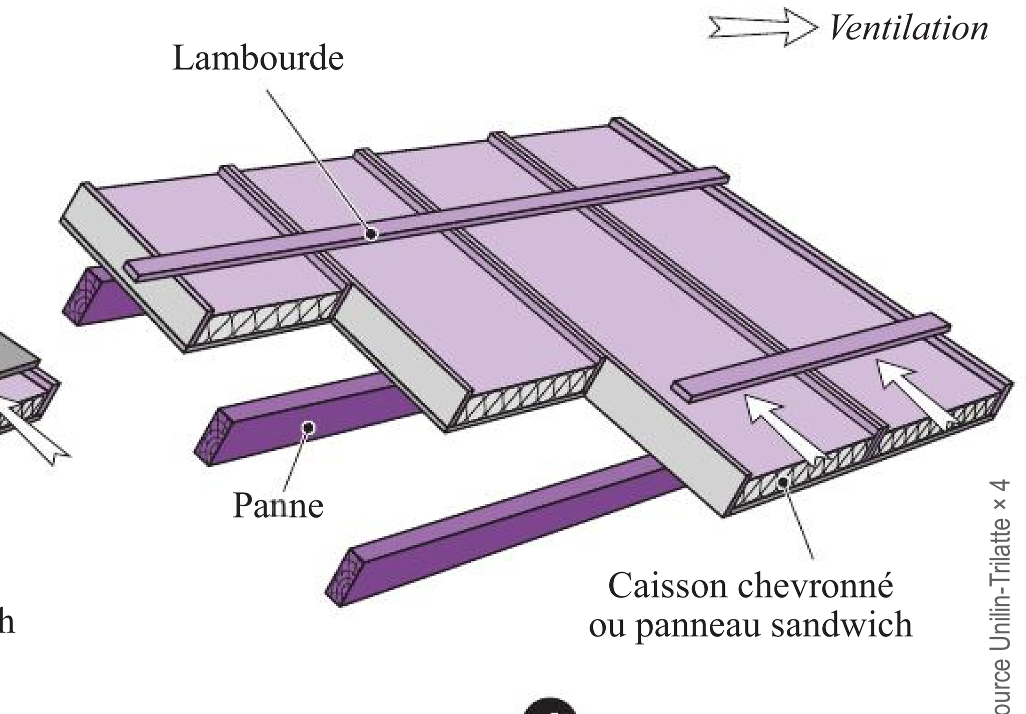


b **Voligeage**

Ventilation



c **Support continu ventilé**



d **Lambourdes**

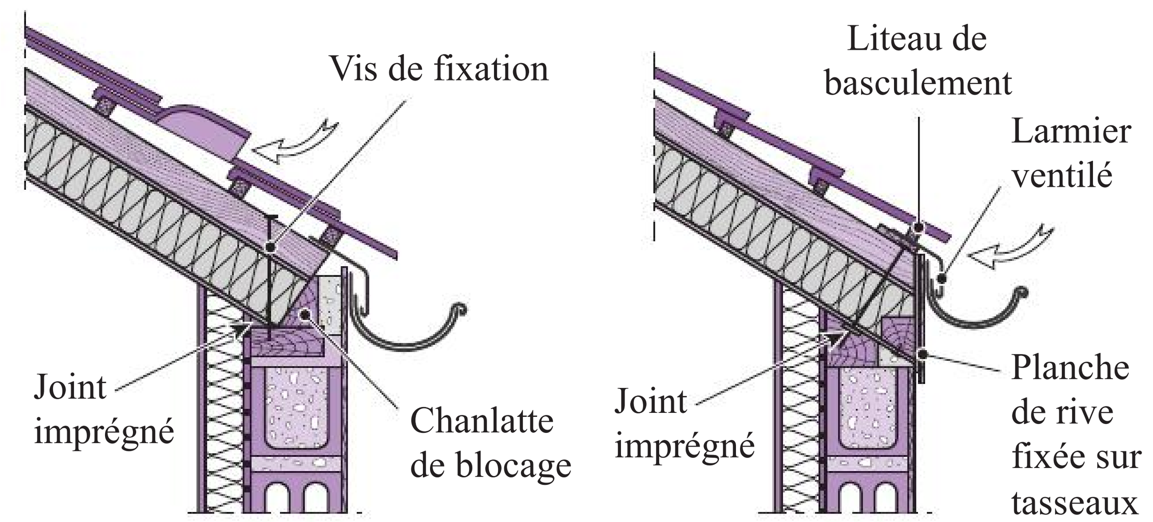
Comment ça marche

Panneaux de toiture : points singuliers

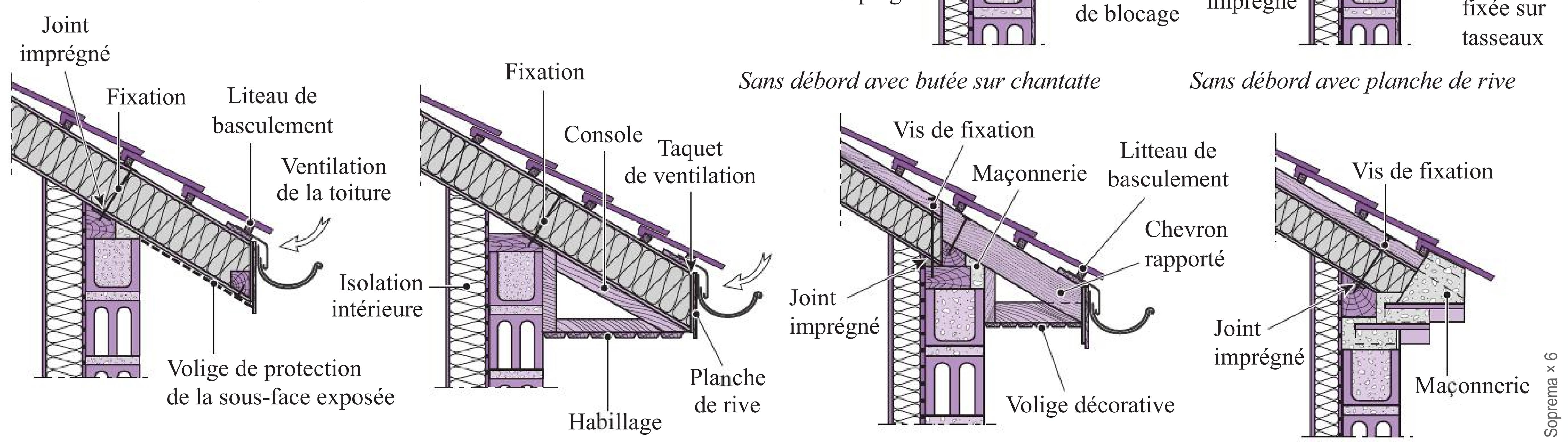
Les panneaux sandwich et les caissons chevronnés sont compatibles avec une isolation thermique des murs par l'intérieur (ITI) ou par l'extérieur (ITE) avec une isolation répartie ou un double mur. La continuité thermique de l'isolant au droit des points singuliers doit être assurée par un complément d'isolant (mousse expansive par exemple) mis en œuvre sur le chantier.

Égouts

La mise en œuvre d'un égout sur panneau peut être réalisée selon différentes méthodes. La planche de rive ne doit pas dépasser la hauteur de l'isolant pour assurer la ventilation de la toiture. La taille du débord éventuel dépend de la charge de la couverture ; le débord peut être supporté par une console. La sous-face des panneaux doit être protégée par un habillage sur toute la surface du débord. Des faux-chevrons dépassants peuvent être mis en œuvre après évidement de l'isolant pour réaliser des débords à chevrons apparents sur les panneaux sandwich et les caissons chevronnés ; ils sont fixés sur la panne sablière et sur la première panne.



Sans débord avec butée sur chantatte　*Sans débord avec planche de rive*

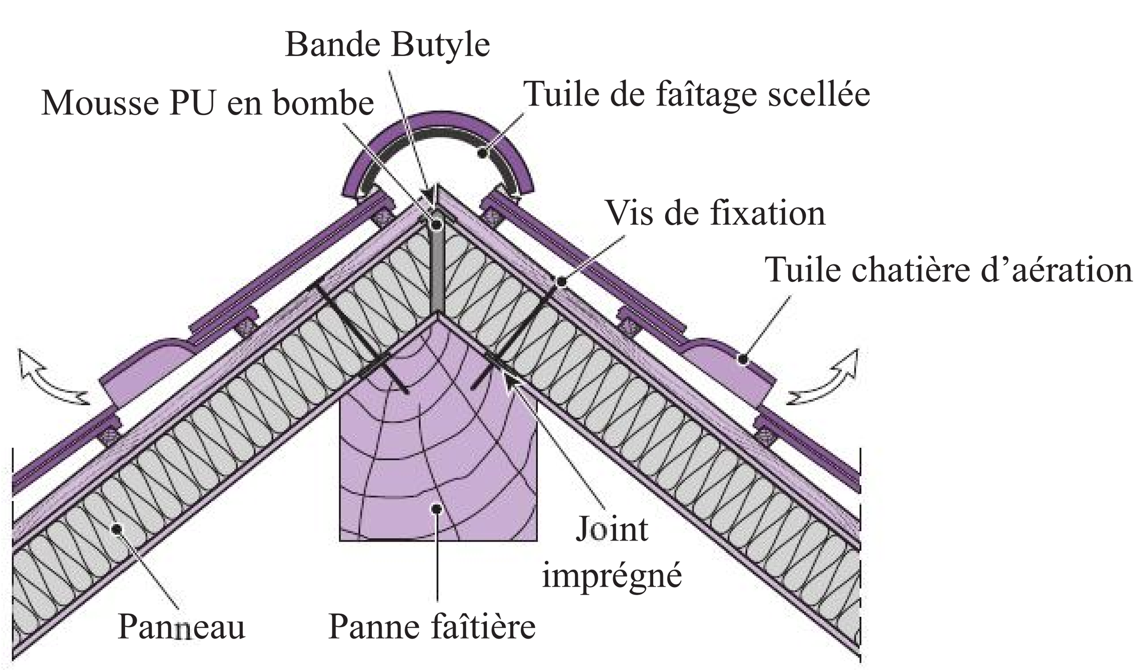


Avec débord maximal de 40 cm　*Avec débord du panneau sur console*　*En rive d'égout avec chevron rapporté*　*En butée sur génoise*

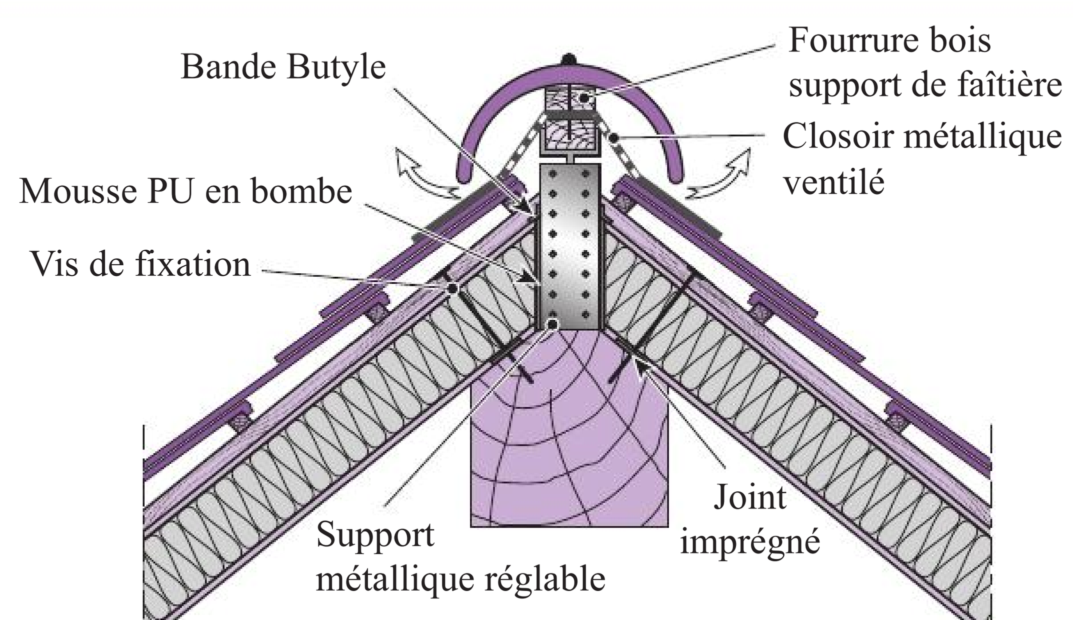
Mise en œuvre des égouts

Faîtages

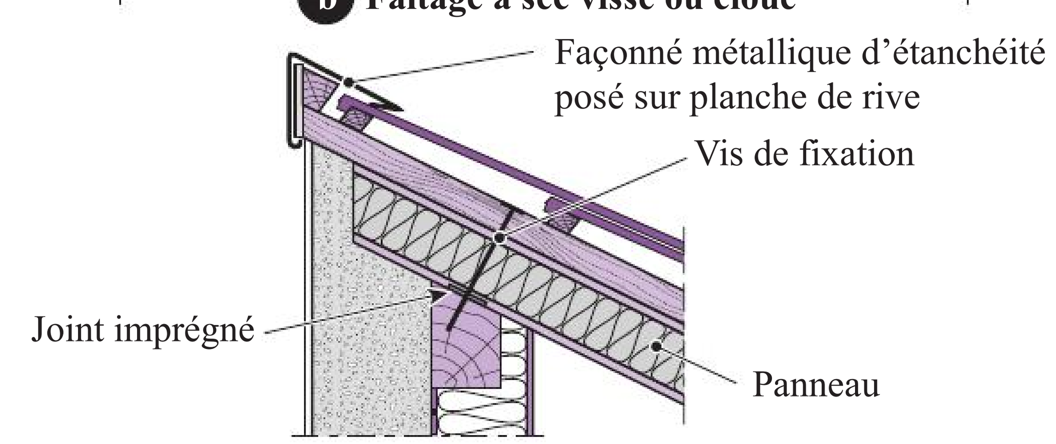
La mise en œuvre d'un faîtage dépend du type de tuiles faîtières utilisé :
- pour les tuiles faîtières scellées (a), le joint entre les caissons ou les panneaux est comblé à l'aide de mousse isolante expansive ;
- pour les tuiles faîtières à sec ventilées, vissées ou clouées (b), l'arrêt des caissons ou des panneaux est réalisé sur une planche support de faîtage fixe ou réglable ;
- pour les toitures monopente (c), un joint imprégné doit être mis en œuvre entre la surface d'appui des caissons ou des panneaux et la poutre muralière.



a Faîtage scellé



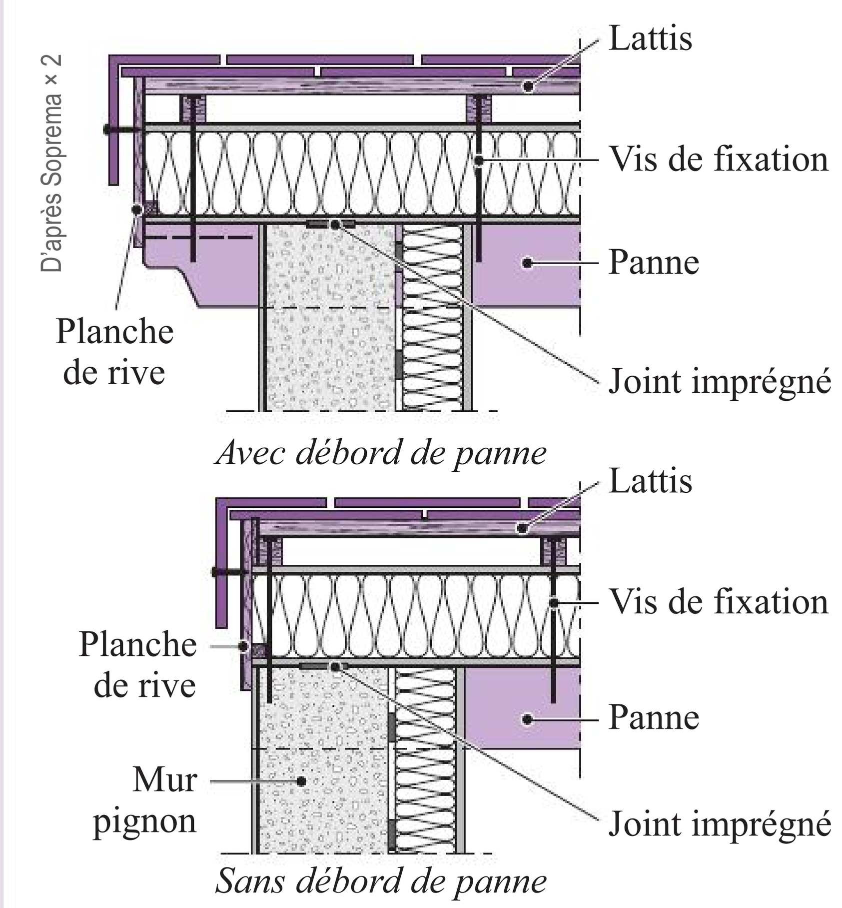
b Faîtage à sec vissé ou cloué

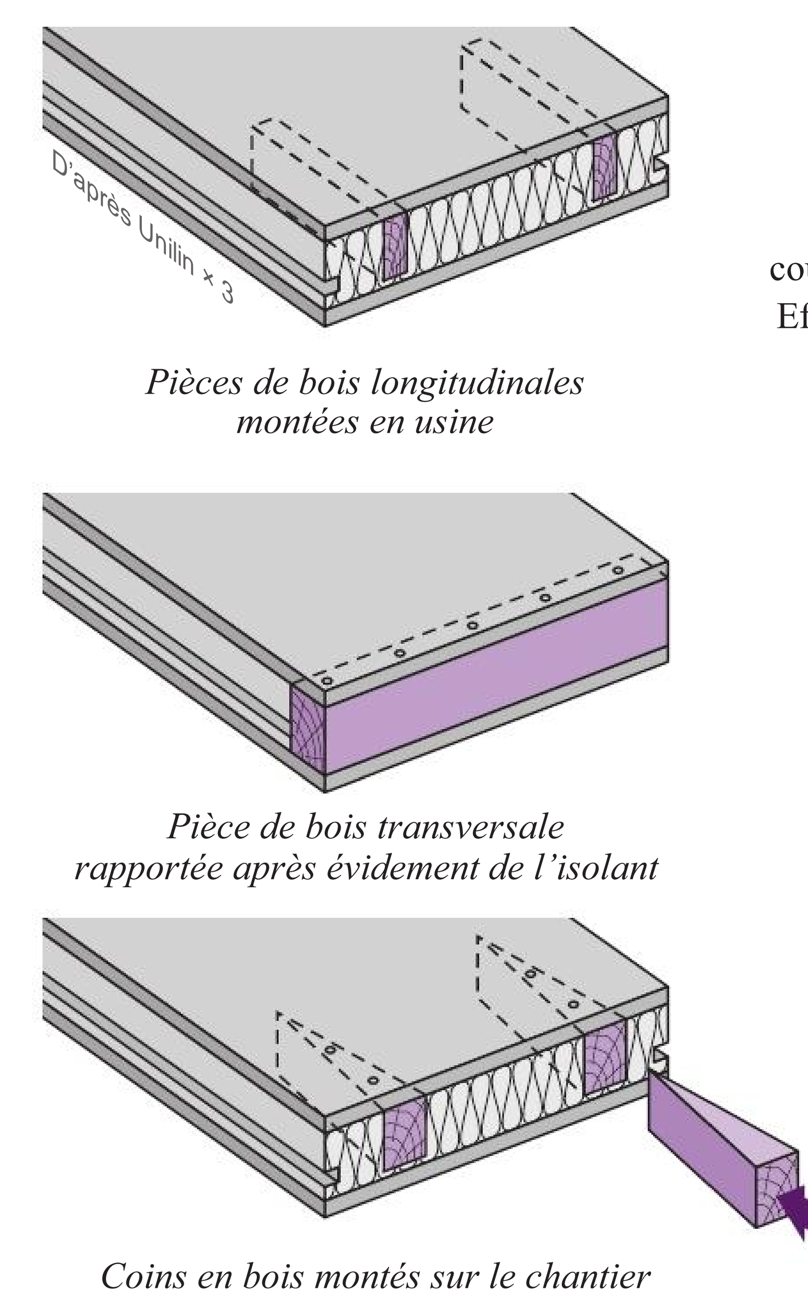


c Faîtage monopente

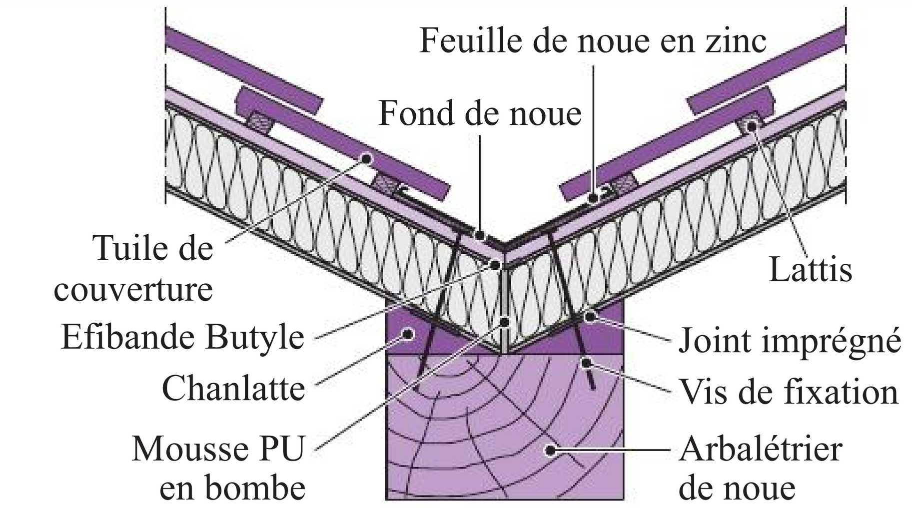
Rives, noues et cheminées

Des pièces de bois fixées mécaniquement dans l'épaisseur du panneau ou du caisson offrent un support solide permettant le clouage d'une planche de rive. Si le panneau déborde en rive, la panne doit également déborder (a). Sur une noue, les panneaux sont supportés par l'arbalétrier de noue et calés grâce à des chanlattes (b). Le chevêtre de cheminée doit respecter un écart au feu supérieur ou égal à 17 cm. L'habillage incombustible en sous-face sert de coffrage au mortier (c).

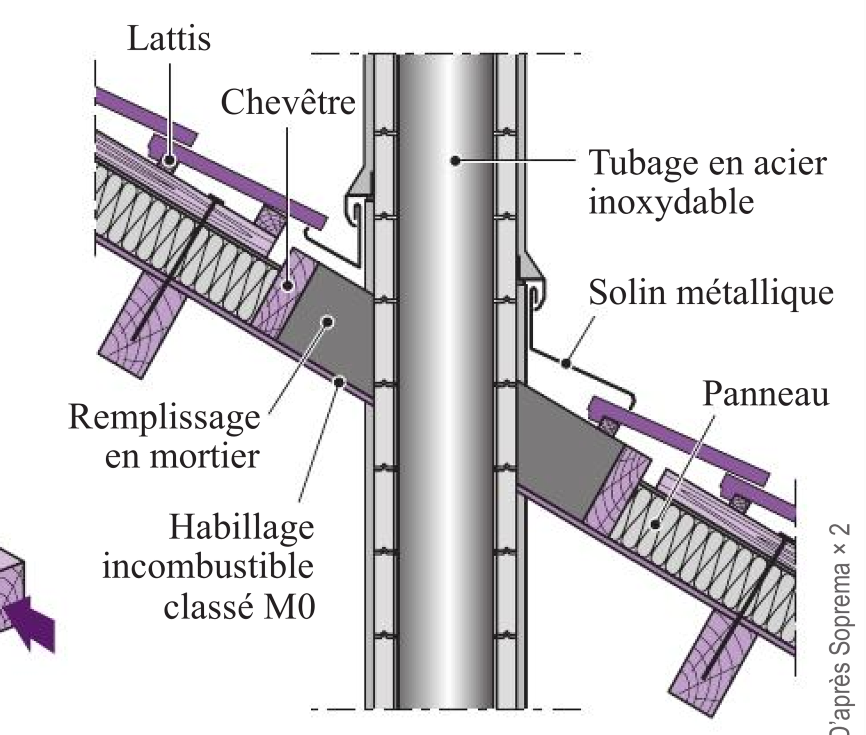




a Mise en œuvre des rives



b Mise en œuvre des noues

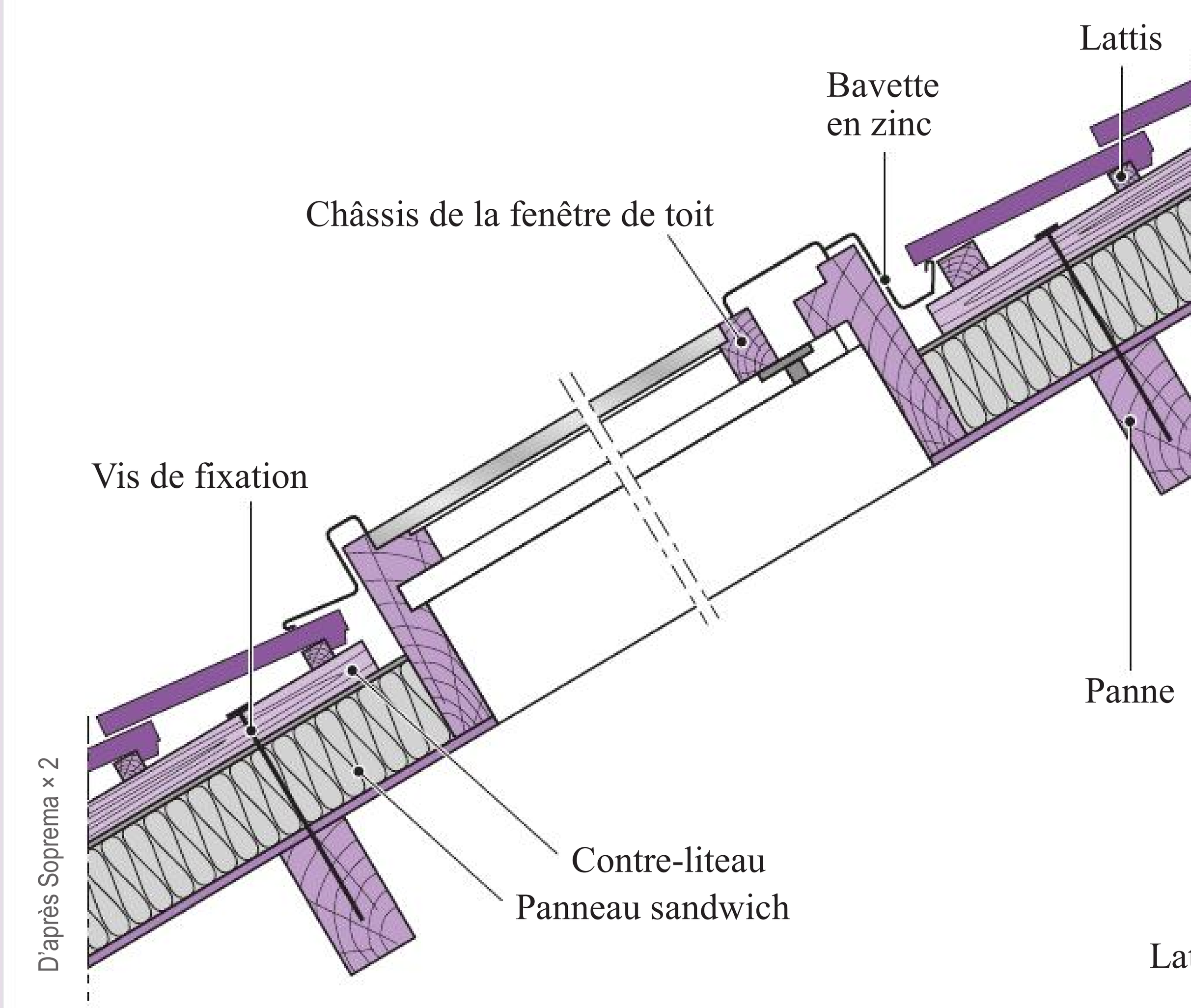


c Mise en œuvre des souches de cheminée

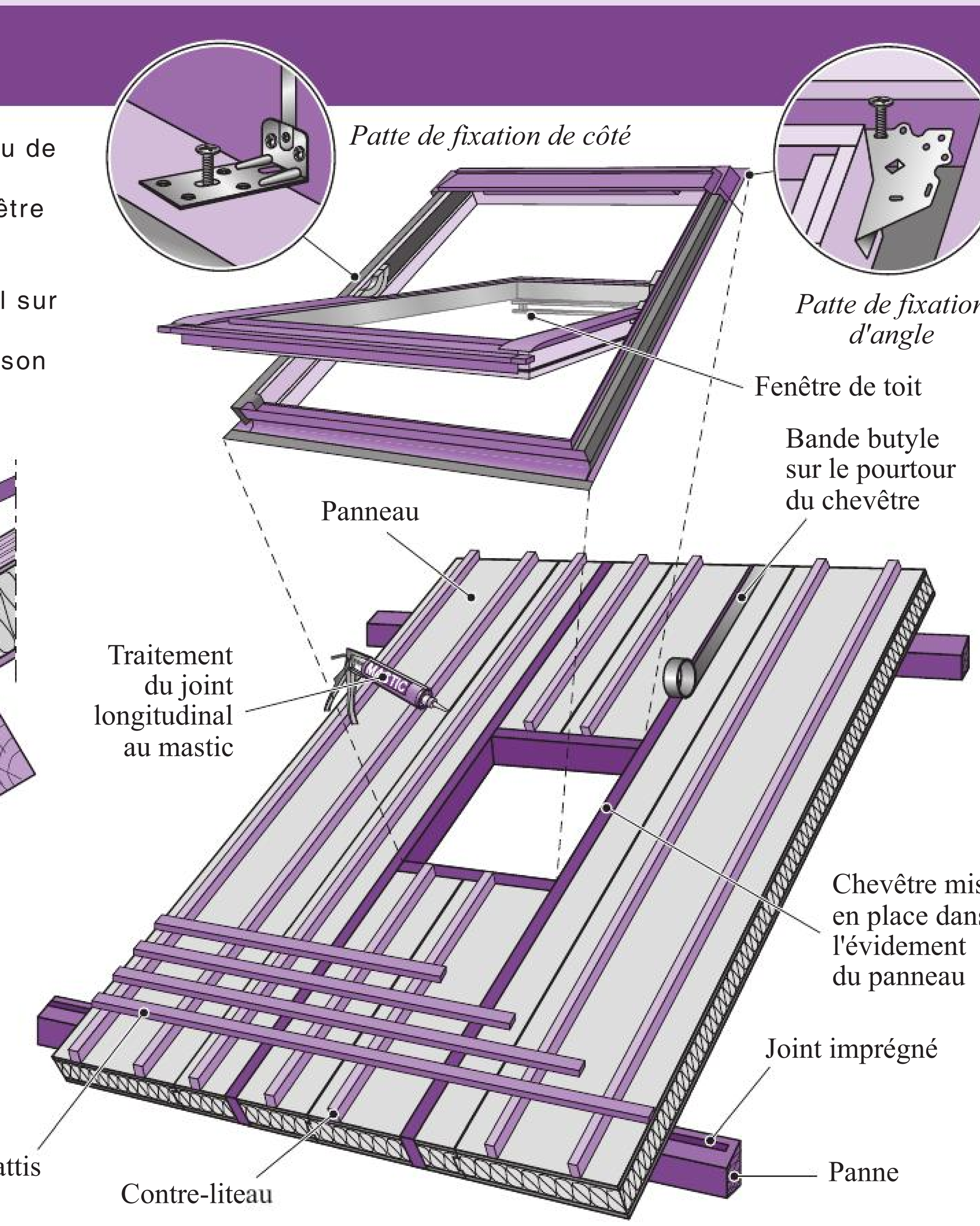
Fenêtres de toit

La mise en œuvre des fenêtres de toit dépend du type de panneau ou de caisson :
- pour les caissons chevronnés, l'isolant est évidé et reçoit un chevêtre renforcé qui repose sur les pannes adjacentes sur lesquelles il est fixé ;
- pour les panneaux sandwich, la découpe doit être réalisée à cheval sur deux panneaux et à plus de 20 cm de leurs bords.

Un chevêtre est mis en place dans l'épaisseur du panneau évidé de son isolant.



Coupe longitudinale sur fenêtre de toit



Mise en œuvre du chevêtre dans l'épaisseur des panneaux sandwich

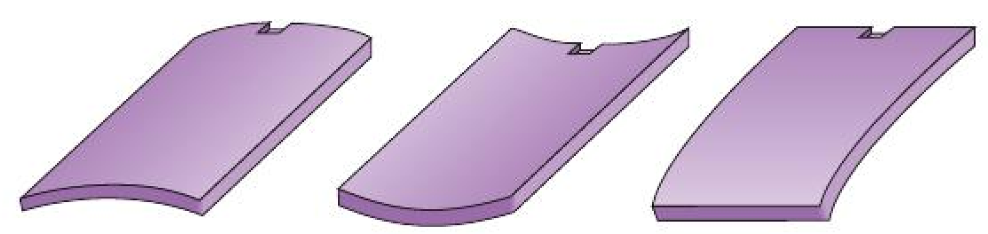
Comment ça marche

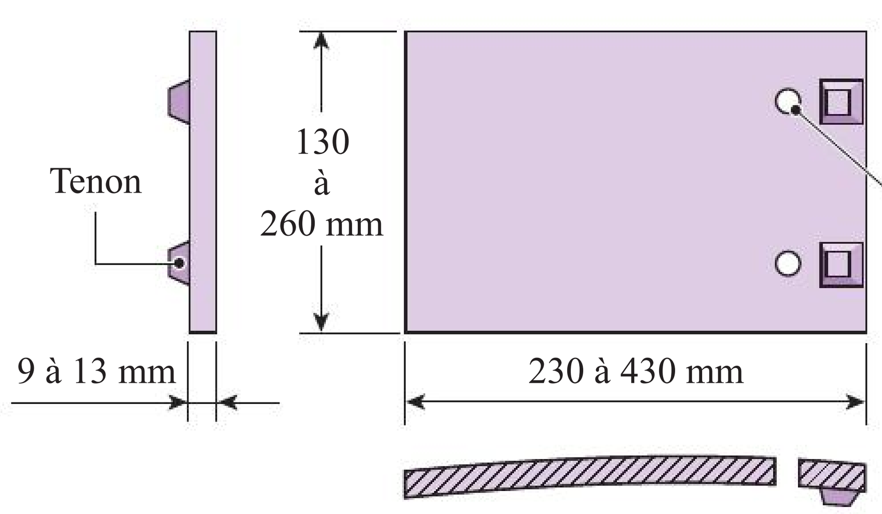
Couverture en tuiles plates

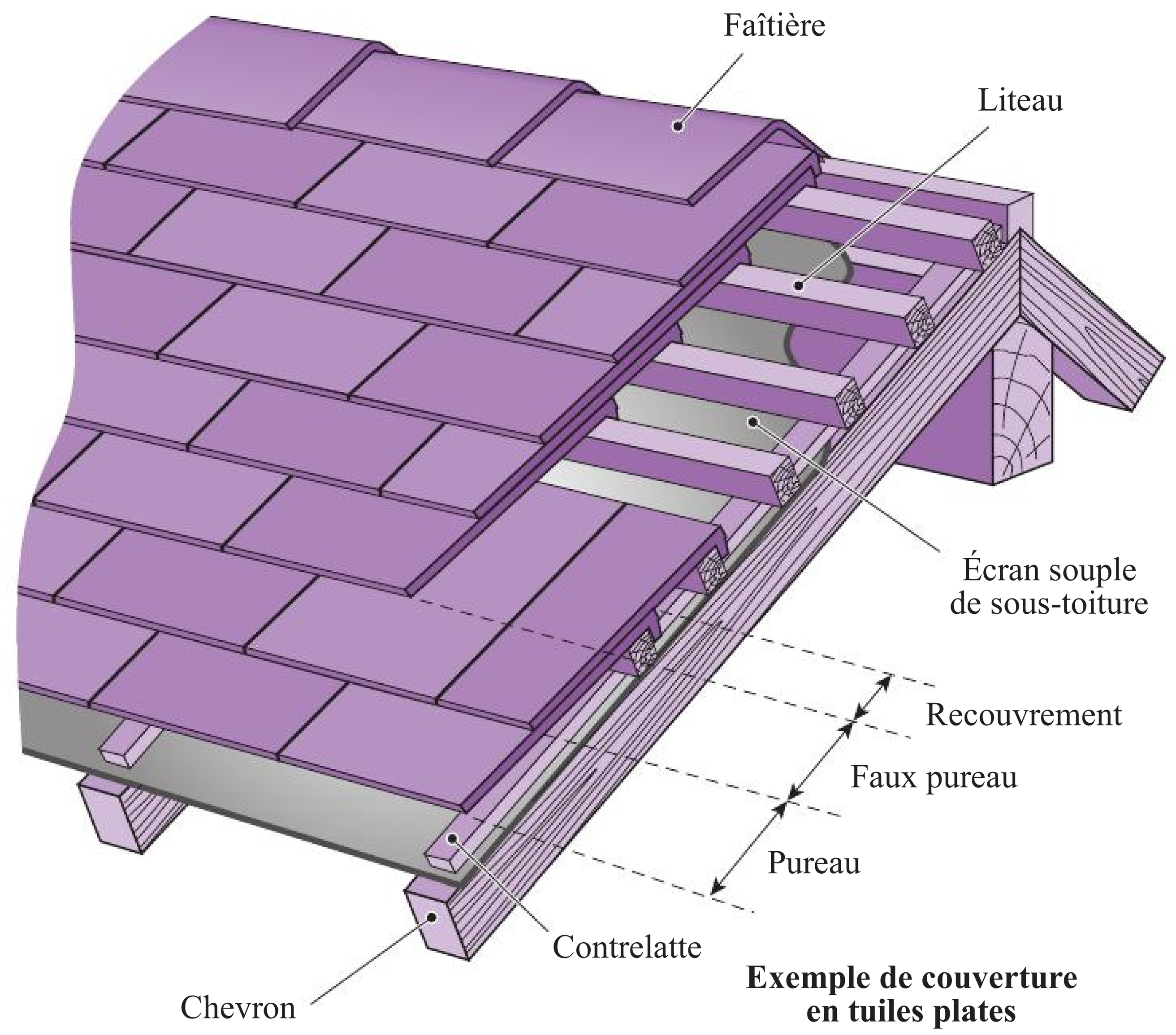
Ce type de couverture, adaptée aux toitures à forte pente (> 60 %), met en œuvre des plaques planes de terre cuite. Leur forme est généralement rectangulaire. Les tuiles reposent sur un ensemble de liteaux en bois, portant chacun sur trois appuis au moins. Lors de la pose, le positionnement de la tuile doit résulter de l'accrochage du ou des tenons sur le liteau. Le recouvrement des tuiles permet d'assurer l'étanchéité latérale, les joints latéraux de chaque rang étant décalés d'une demi-tuile par rapport aux rangs voisins.

Dispositions constructives

En tête et en sous-face d'une tuile plate sont façonnés un ou deux tenons d'accrochage et un ou deux trous de clouage. Des tuiles ayant un galbe spécifique : tuiles pendantes, gambardières, coffines, etc., sont mises en œuvre pour des couvertures particulières. Les pentes de toiture minimales admissibles dépendent des conditions métérologiques locales.



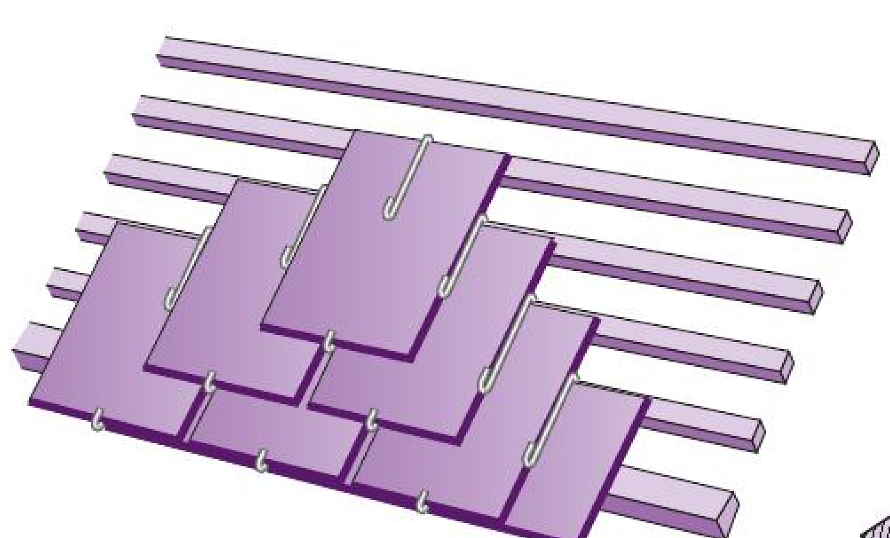




Exemple de couverture en tuiles plates

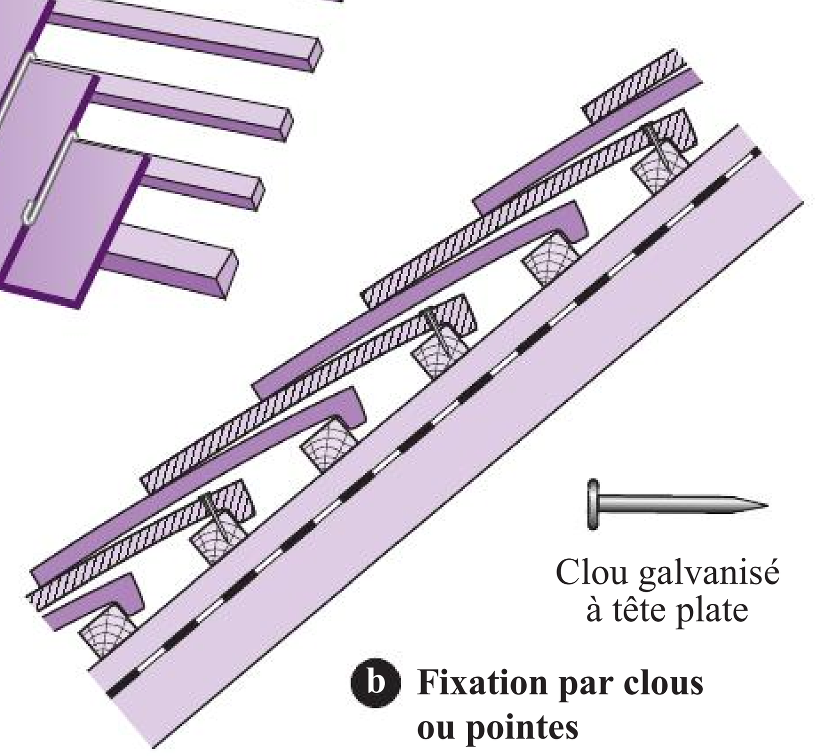
Fixation

La fixation des tuiles empêche leur glissement et leur soulèvement, provoqués par le vent. Elle est notamment assurée par :
- des crochets, utilisés avec les tuiles plates sans tenon d'accrochage en sous-face (a) ;
- des clous ou les pointes (b).



a Fixation par crochets

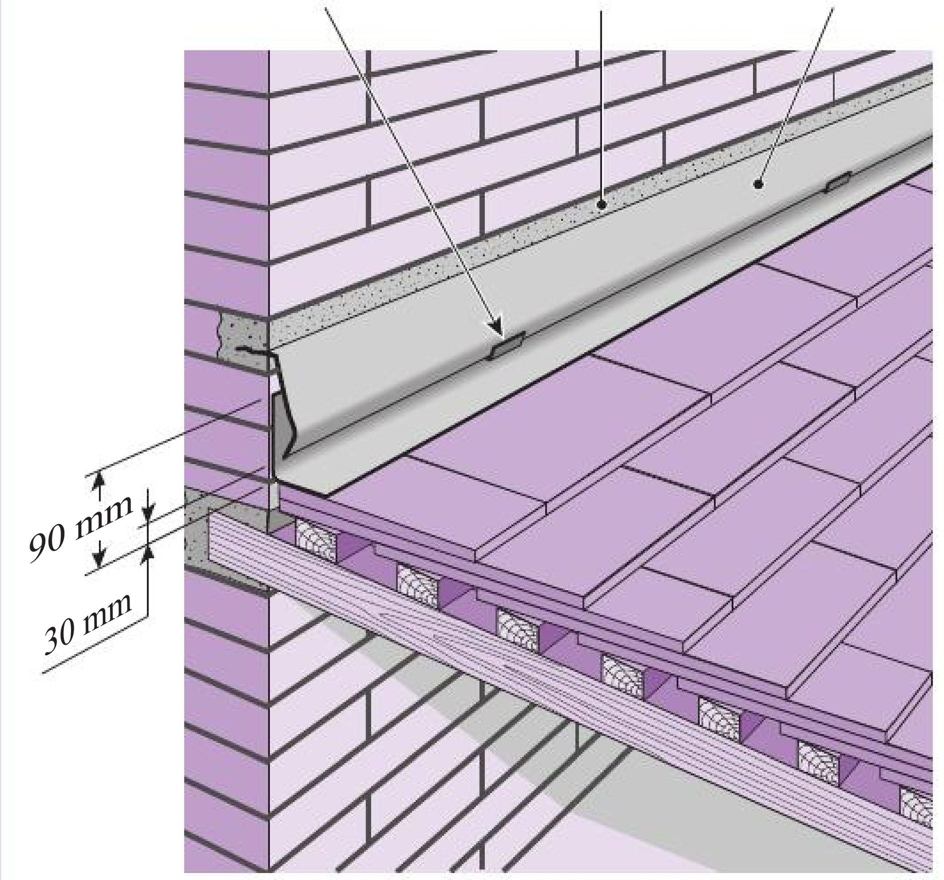




b Fixation par clous ou pointes

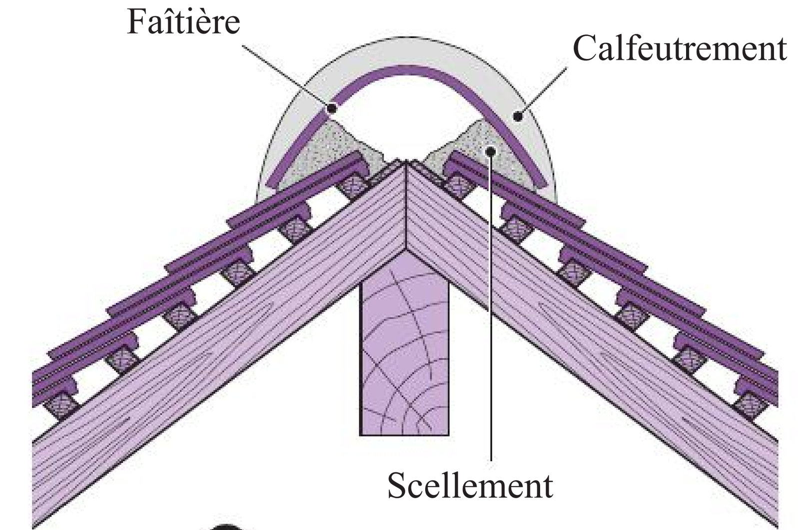
Rive de tête

Le raccordement au droit d'une pénétration continue que l'eau fuit est assurée par une bande porte-solin et un solin métallique.

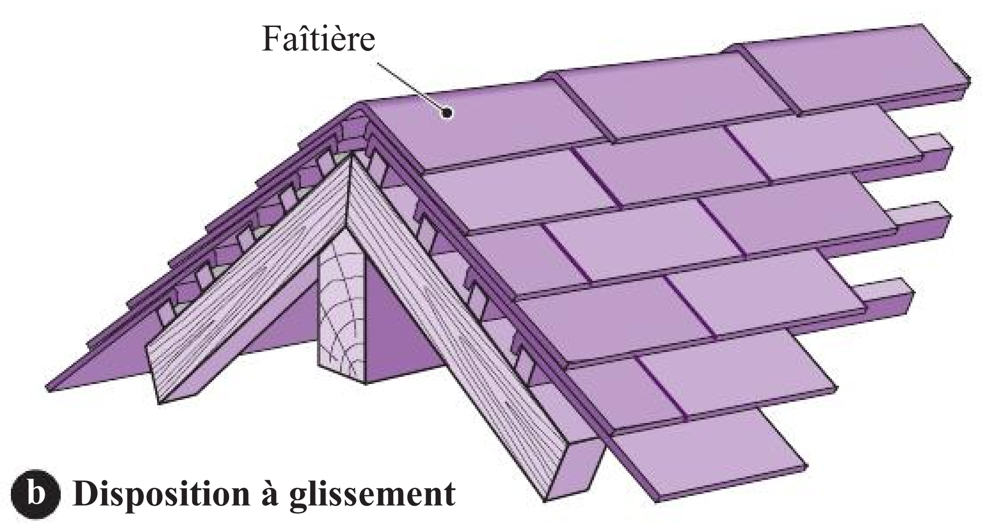


Faîtage

Le faîtage est recouvert de pièces en terre cuite appelées faîtières. Elles sont disposées jointivement bout à bout, ou sont à emboîtement (a) ou à glissement (b). Elles peuvent être scellées entre elles. Les joints entre faîtières et tuiles sont calfeutrés à l'aide d'un mortier de chaux ou d'un mortier bâtard.



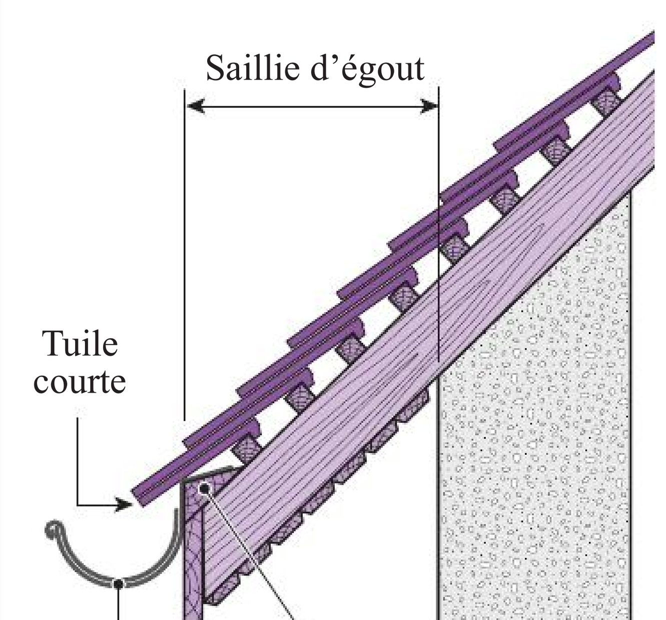
a Disposition jointive



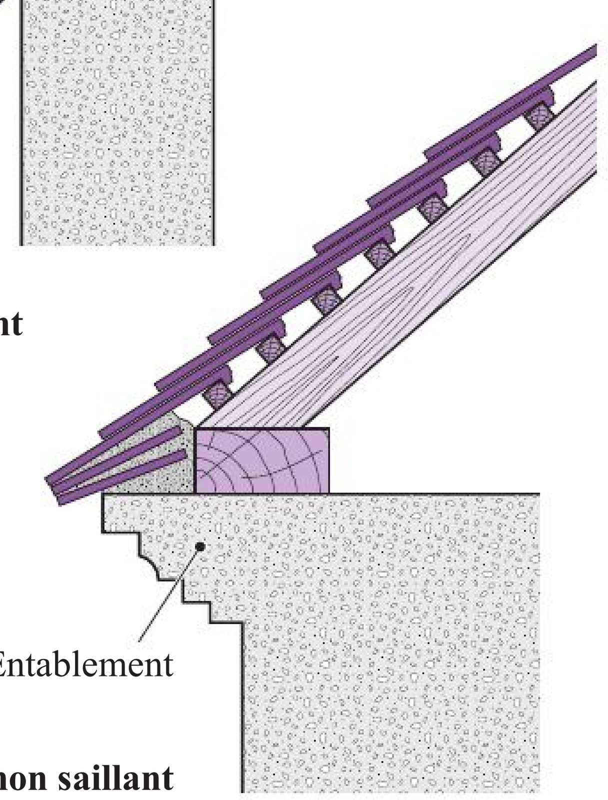
b Disposition à glissement

Égout

Pour les égouts saillants (a), le premier rang de tuiles est accroché en partie haute sur le premier liteau, tandis que sa partie basse repose sur une chanlatte formant basculement. Pour les égouts non saillants (b), la mise hors d'eau est assurée en scellant des tuiles sur l'entablement.



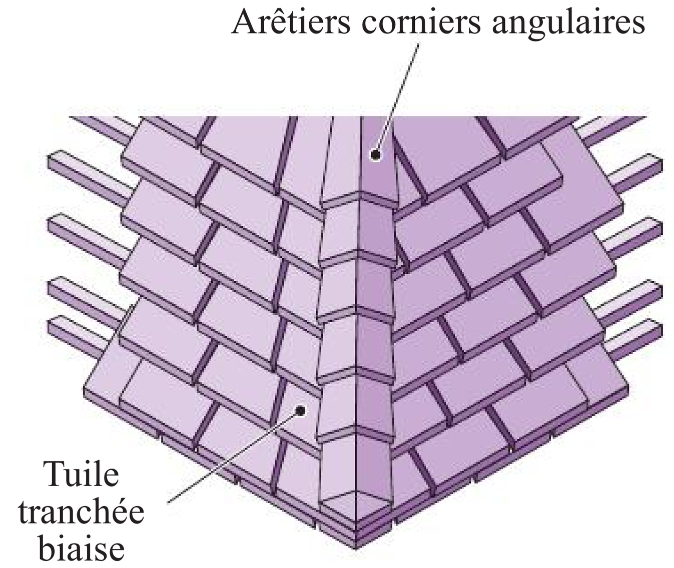
a Égout droit saillant



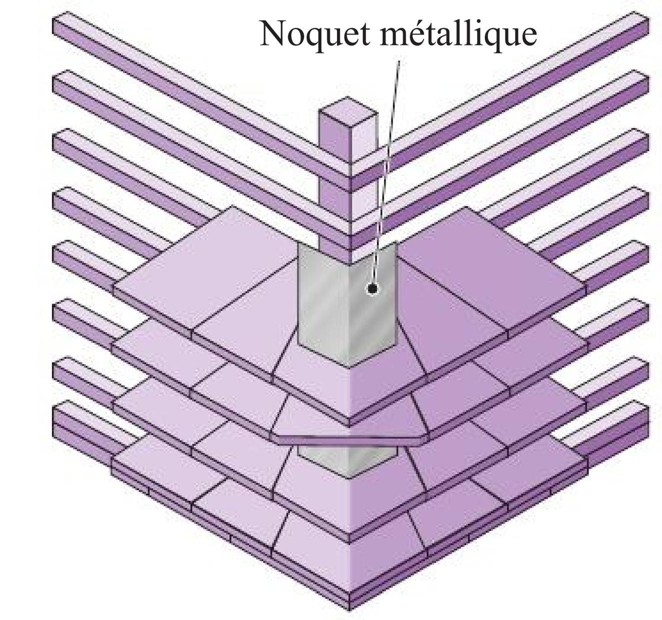
b Égout droit non saillant

Arêtier

Sur la ligne d'arêtier, les tuiles sont tranchées biaises, scellées éventuellement entre elles et recouvertes d'arêtiers en terre cuite, eux-mêmes scellés à l'aide d'un mortier de chaux ou d'un mortier bâtard (a). Les arêtiers peuvent aussi être exécutés en utilisant des noquets métalliques (b).



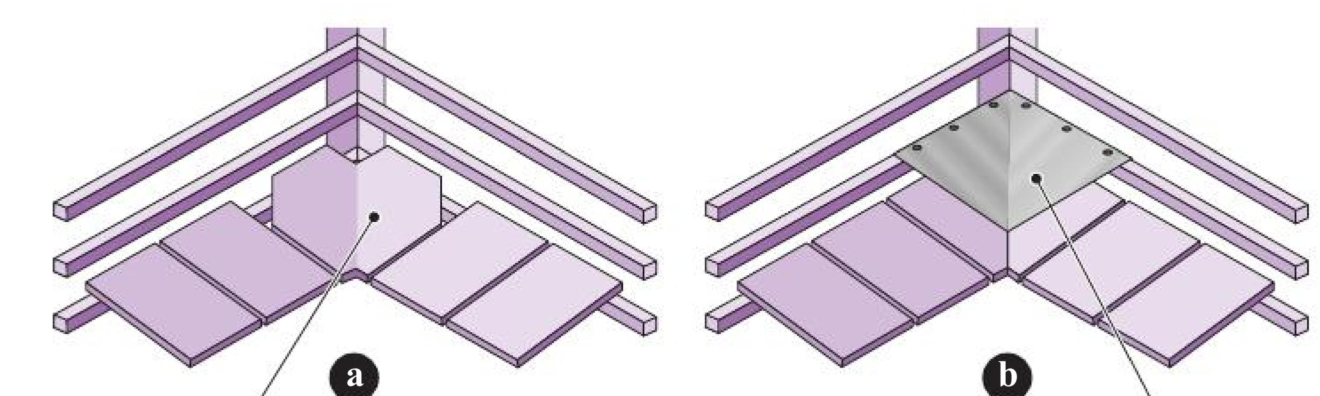
a Arêtier scellé

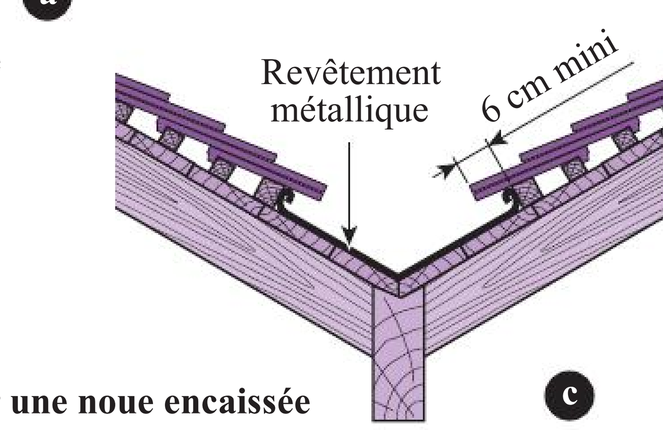


b Arêtier à noquets métalliques

Noue

Elle est réalisée en utilisant :
- des éléments spéciaux en terre cuite (a) ;
- des doubles tranchis de tuiles comportant des noquets cachés entre les tuiles (b) ;
- des pièces métalliques assemblées entre elles formant revêtement (c).

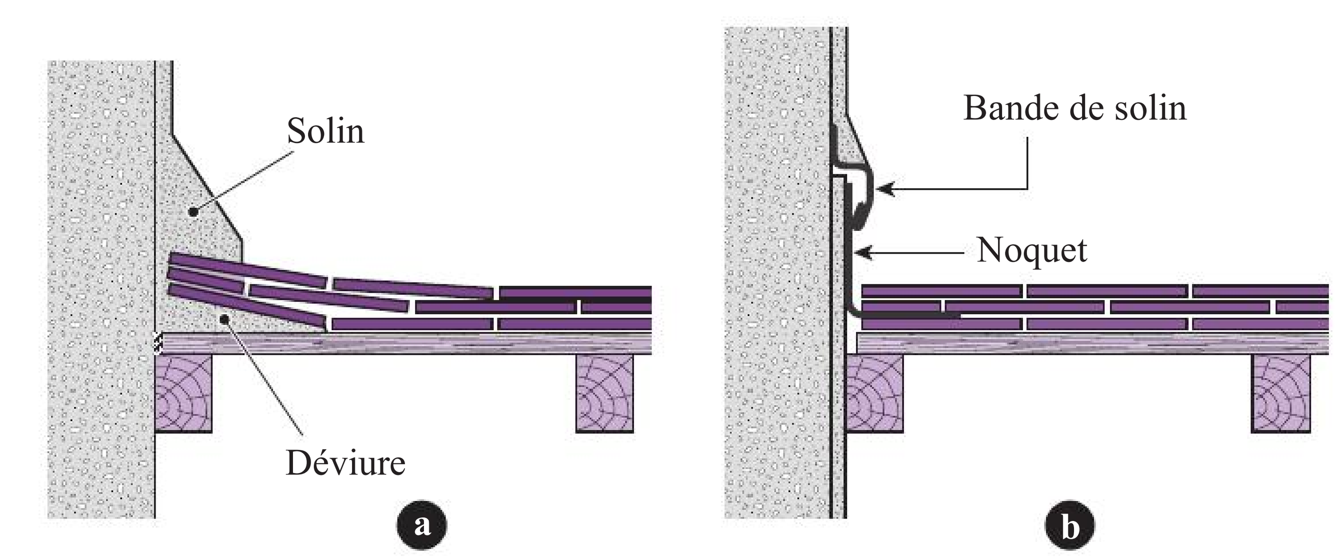




Coupe sur une noue encaissée

Solin

Le solin est exécuté en relevant les tuiles latéralement pour former une déviure (a), ou en installant un noquet métallique et une bande de solin (b).



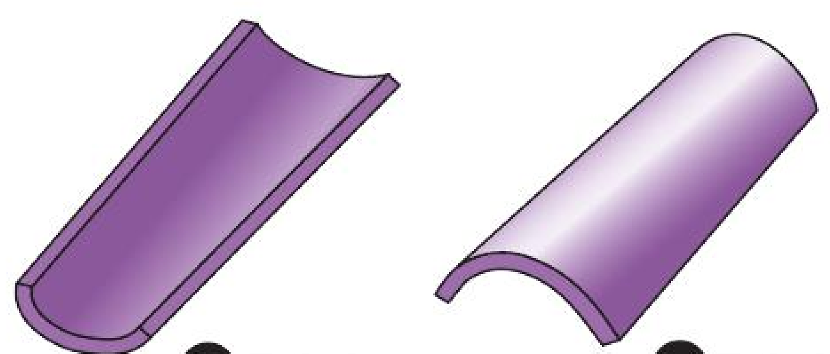
Comment ça marche

Couverture en tuiles canal

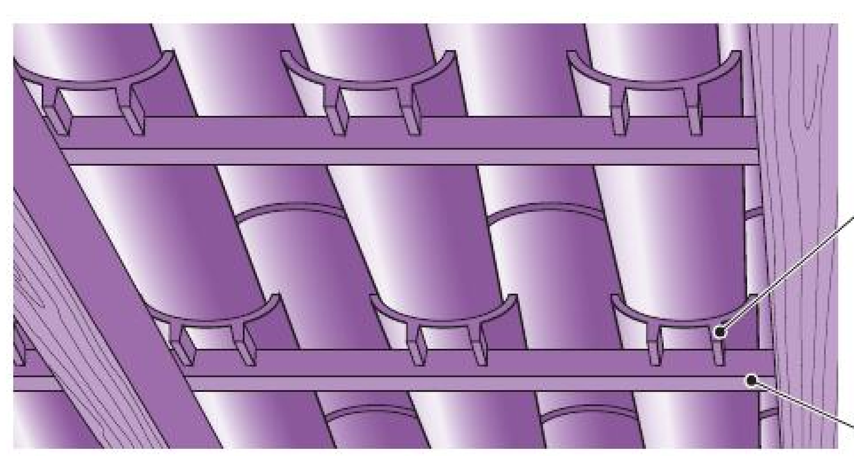
La tuile canal, dite « tuile ronde » ou « tige de botte », a l'aspect d'une gouttière de forme légèrement tronconique. Elle sert à la fois de tuile de dessus, appelée « tuile de couvert », et de tuile de dessous, dite « tuile de courant ». L'étanchéité est alors assurée par la pente et le recouvrement. Le recouvrement latéral de la couverture est assuré par la tuile de couvert à cheval sur deux tuiles de courant. Le recouvrement longitudinal est le recouvrement d'une tuile sur l'autre.

Dispositions constructives

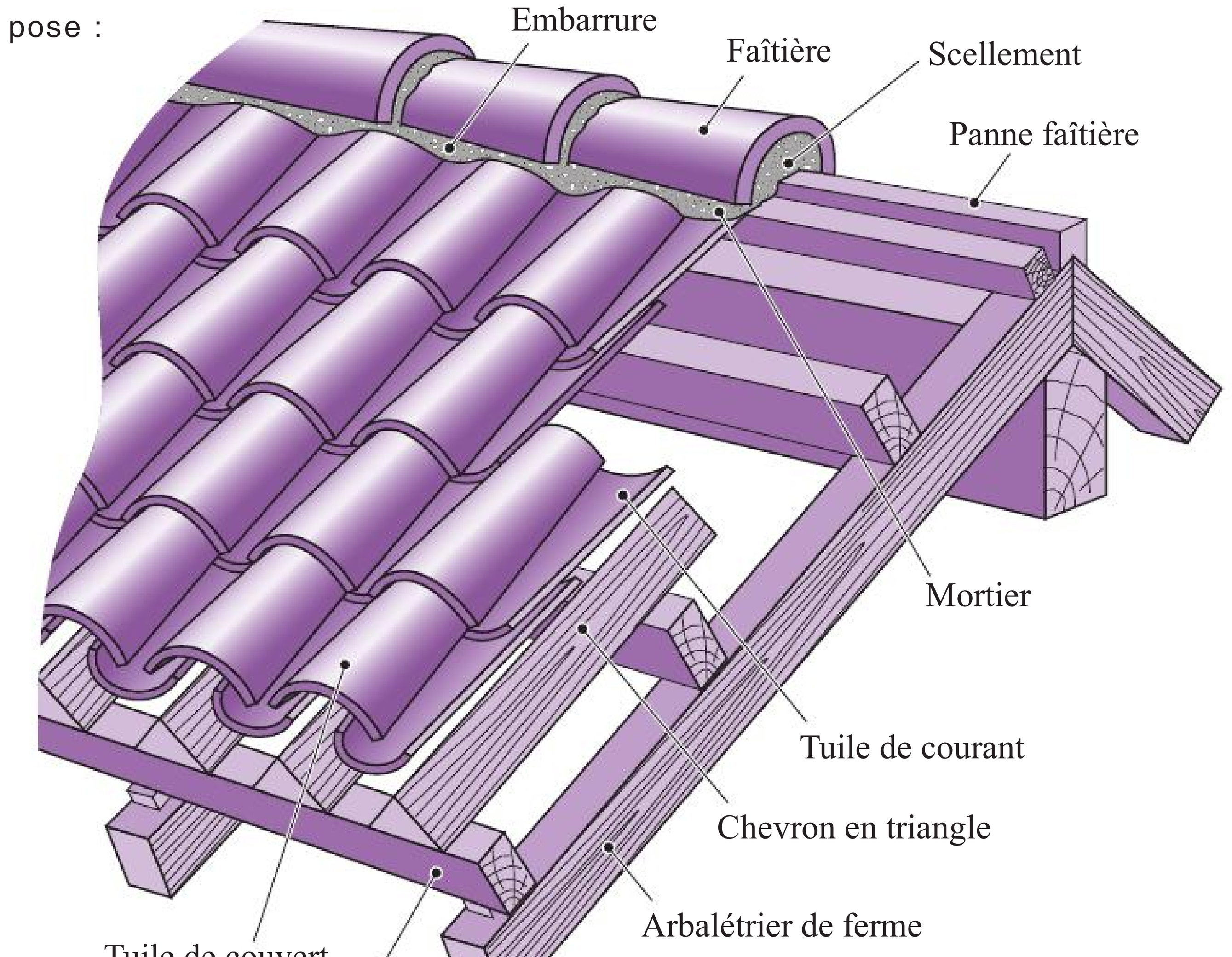
Sont distingués trois types de tuiles en fonction de leur mode de pose :
- la tuile de courant (a) ;
- la tuile de couvert (b) ;
- la tuile de courant à tenons pour pose sur liteaux (c).



a Tuile de courant **b Tuile de couvert**



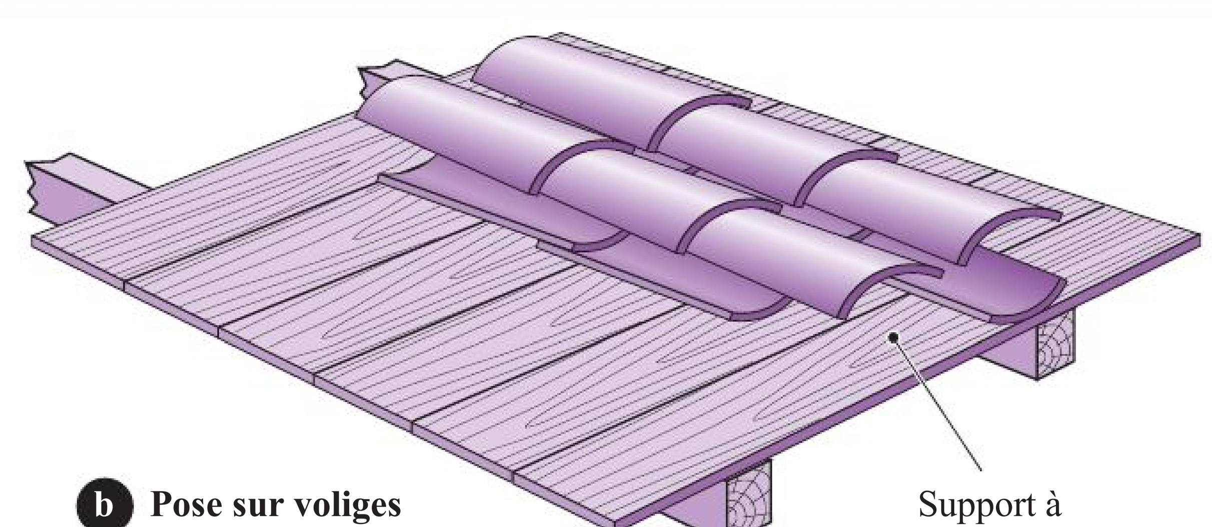
c Tuiles à tenons pour pose sur liteaux



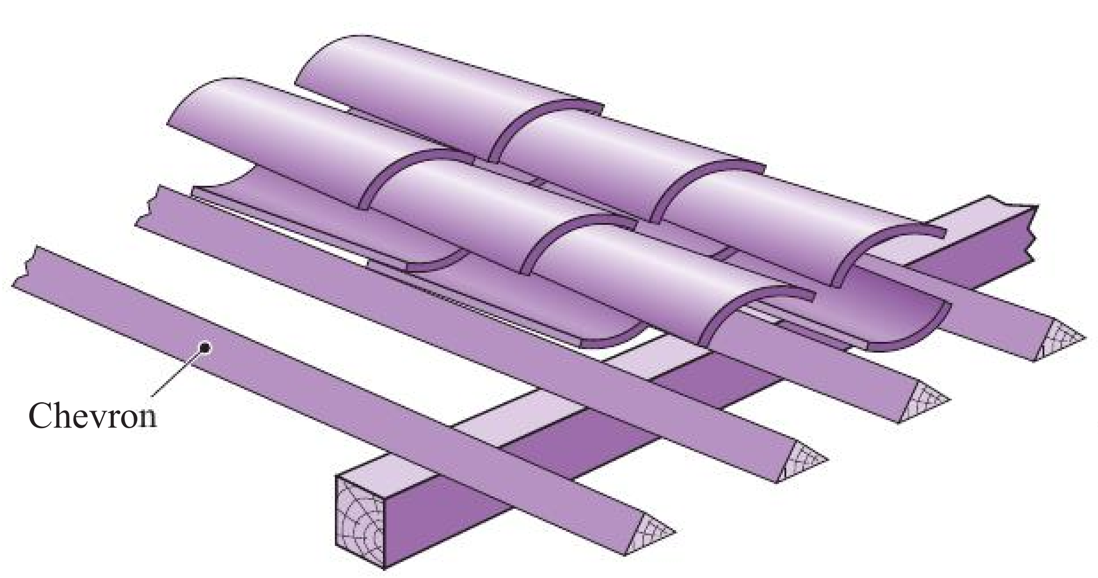
Exemple de couverture en tuiles canal

Supports et mode de pose

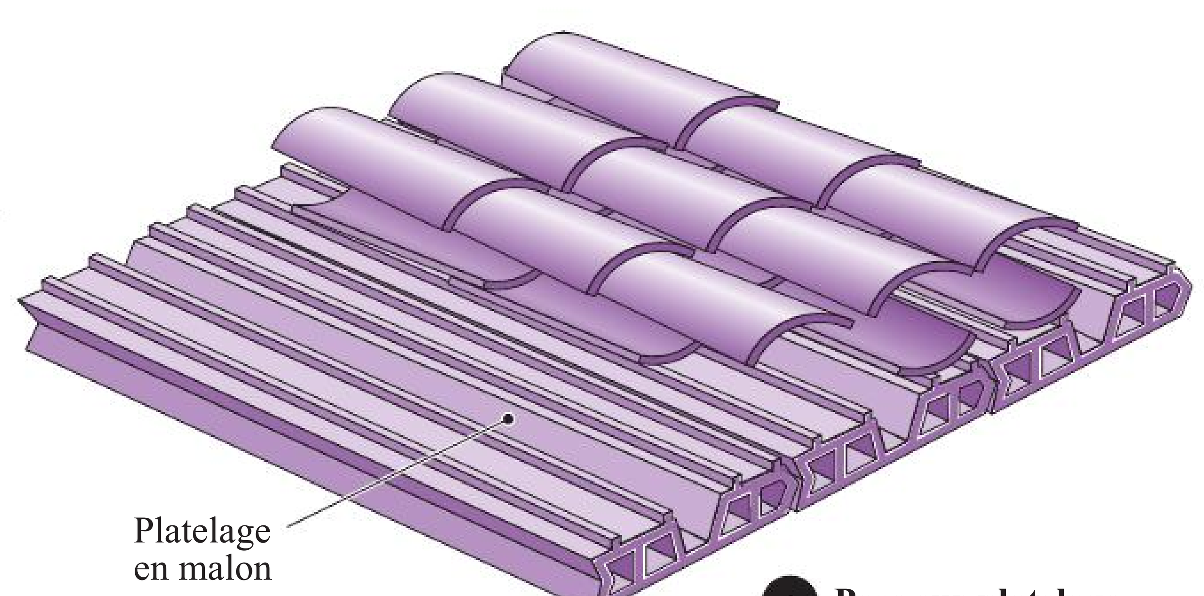
Le support discontinu est réalisé avec des chevrons, de section triangulaire ou trapézoïdale, disposés suivant la ligne de la plus grande pente (a). Ils sont espacés selon un entraxe qui dépend des dimensions de la tuile.
Le support continu est constitué d'un voligeage jointif (b) d'une épaisseur minimale de 18 mm posé sur un chevronnage. Dans certaines régions, le platelage est constitué de briques creuses dites malons de couvert (c).



b Pose sur voliges



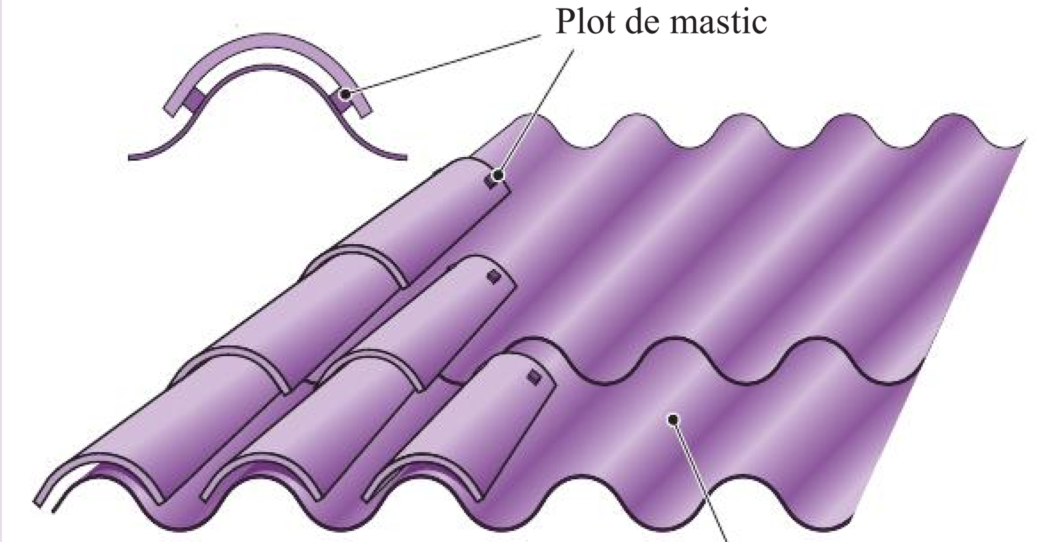
a Pose sur chevrons triangulaires ou trapézoïdaux (support discontinu)



c Pose sur platelage

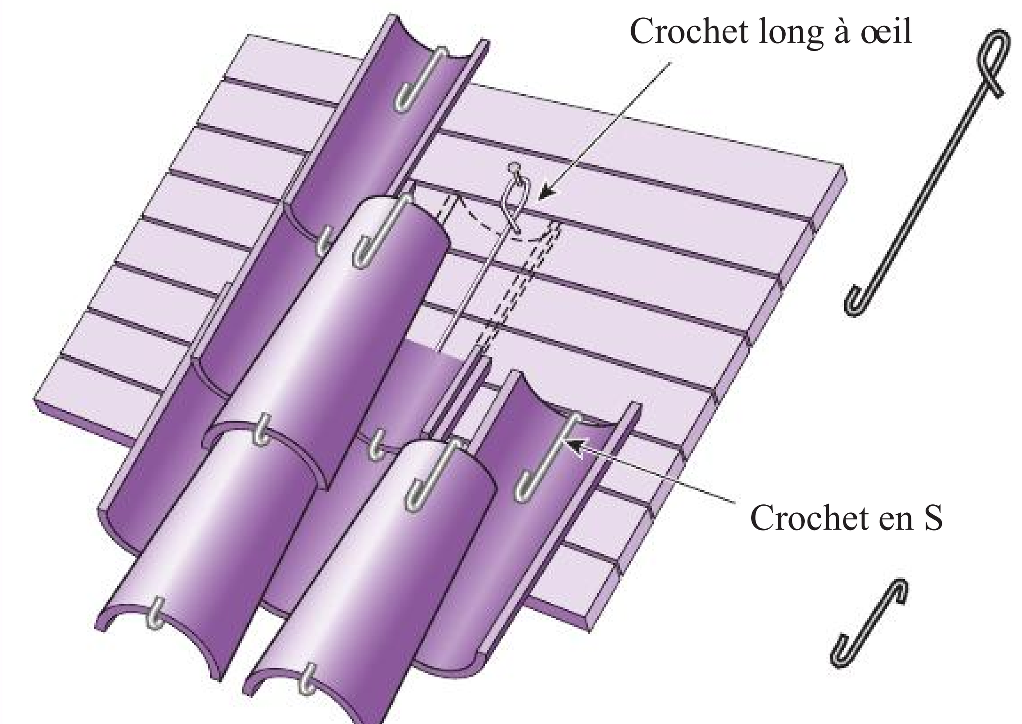
Pose sur plaques profilées

Les tuiles canal peuvent être posées dans un but décoratif sur des plaques ondulées de fibres-ciment ou sur des plaques de bitume armées de fibres. La fixation des tuiles est assurée par un collage souple de mastic en partie haute et deux en partie basse de chaque tuile.

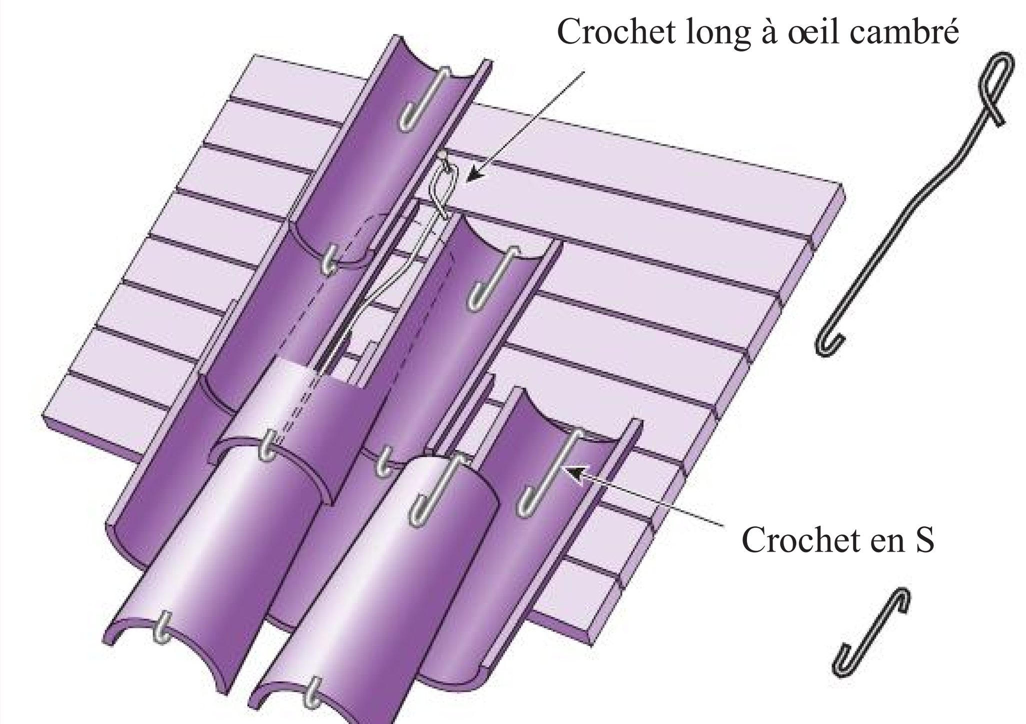


Fixation

Le crochetage mis en œuvre pour contrer les effets du vent utilise des crochets en fil cylindrique d'un diamètre de 3 mm, en acier galvanisé, en acier inoxydable ou en cuivre. Ils sont de trois types : en S, long à œil ou long à œil cambré.



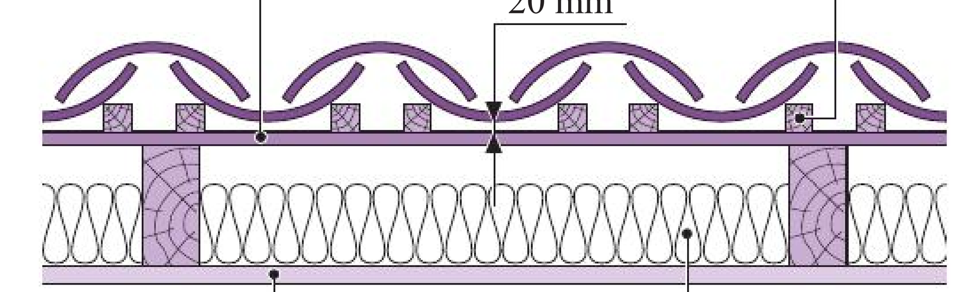
Fixation des tuiles de courant



Fixation des tuiles de couvert

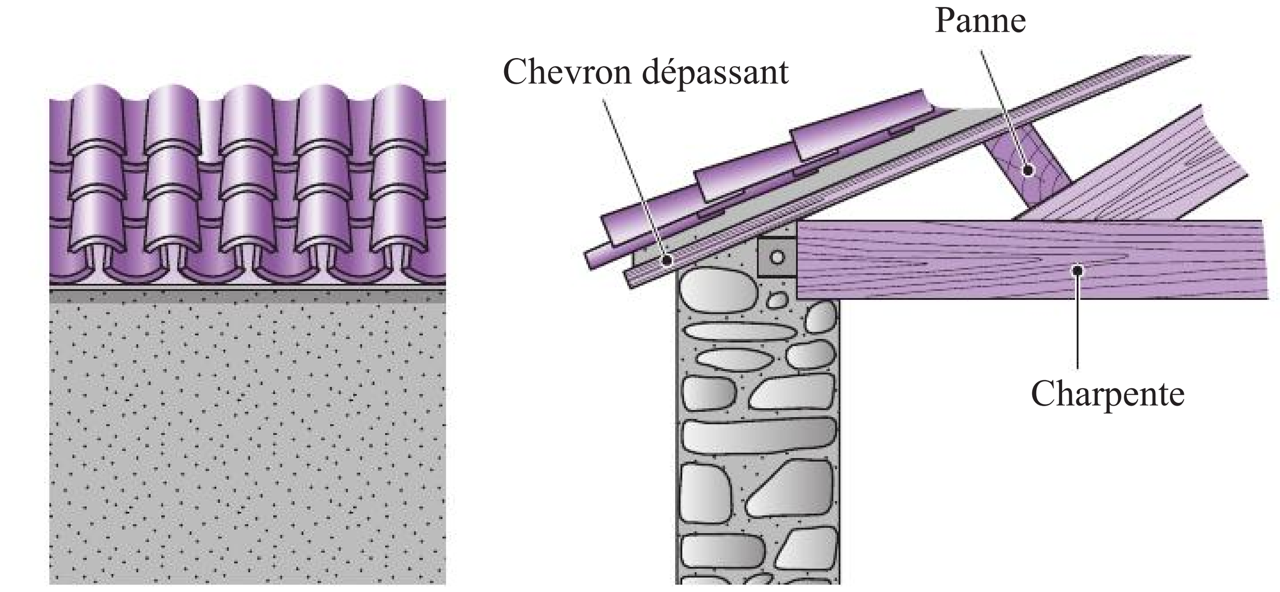
Pose sur écran en panneaux de particules

Lorsque le platelage est constitué de panneaux de particules, le support des tuiles est réalisé par des liteaux disposés parallèlement à la pente et sur lesquels sont disposées les tuiles de courant.

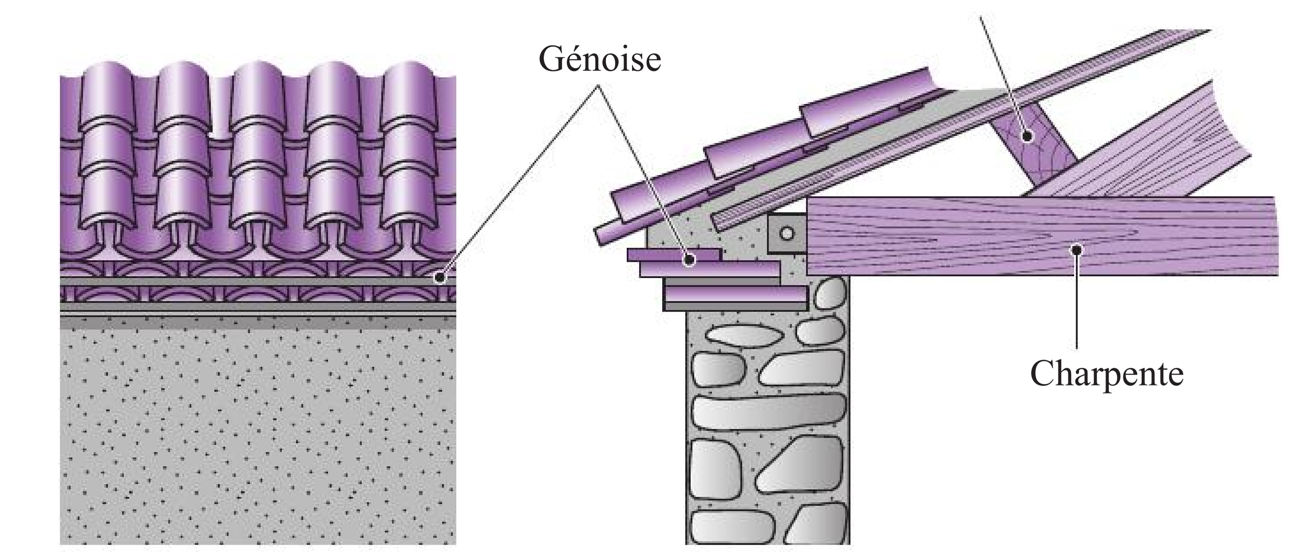


Égouts

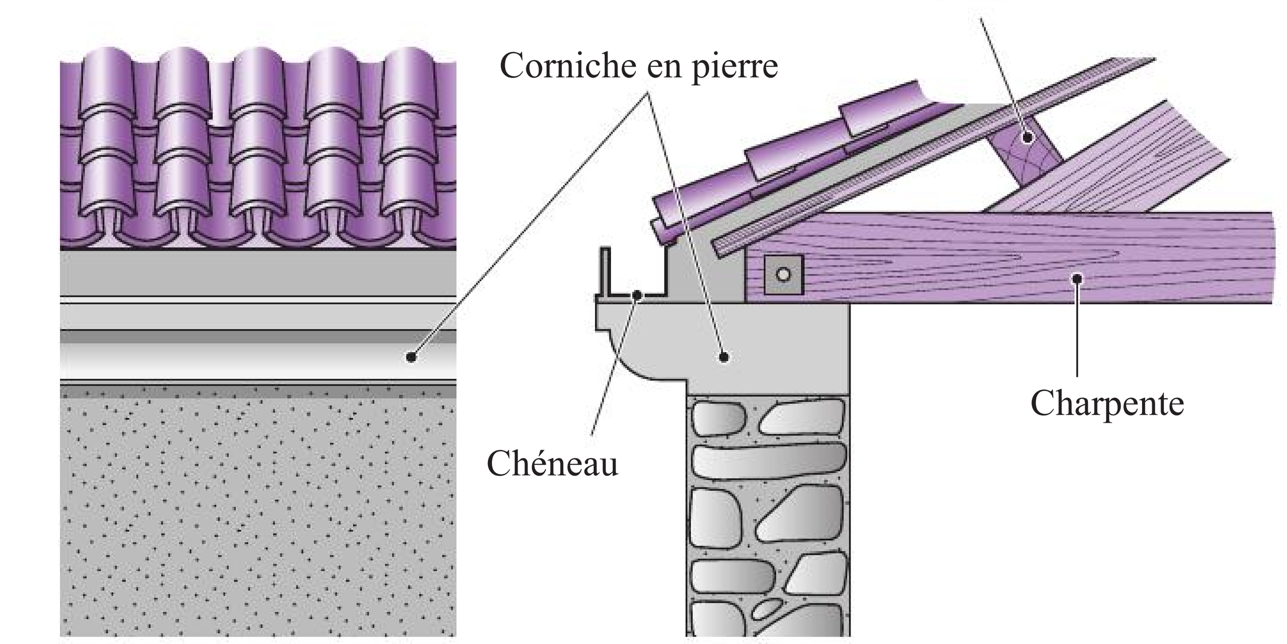
Le traitement des égouts peut être simple par chevrons dépassants (a) par exemple, ou plus sophistiqué avec génoise (b) ou corniche (c).



a Rive simple



b Rive avec génoise



c Rive avec corniche

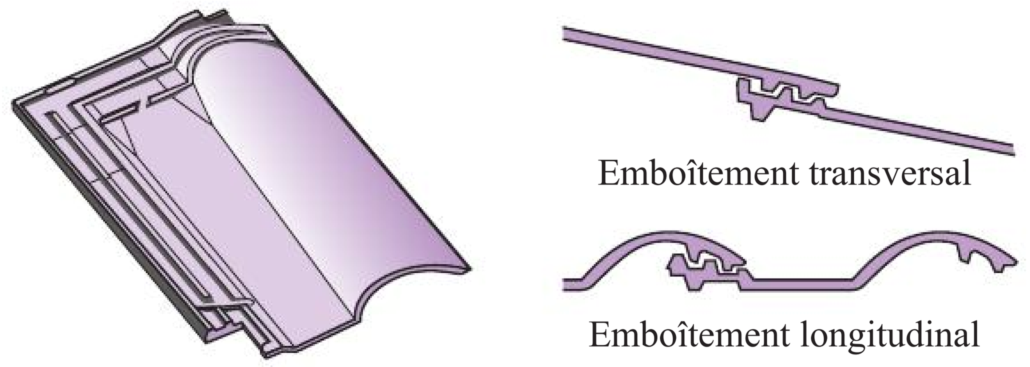
Couverture en tuiles mécaniques

Comment ça marche

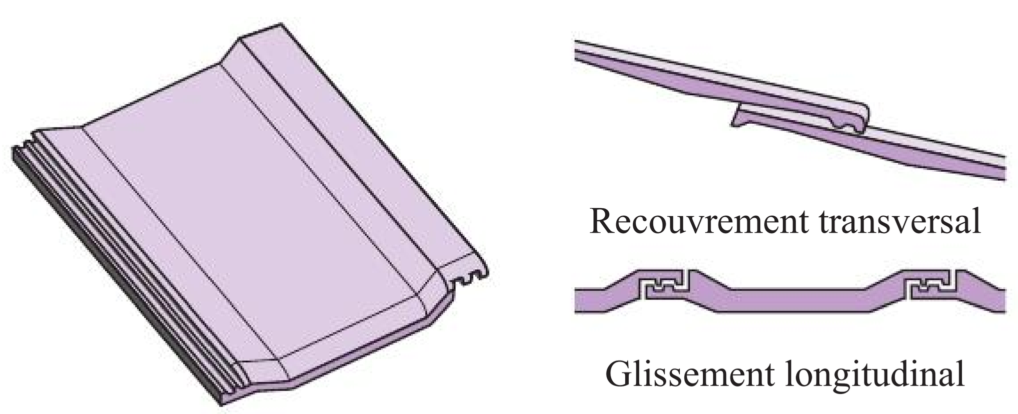
Les tuiles mécaniques, à emboîtement et à glissement, assurent l'étanchéité de la toiture par un système de cannelures et de nervures s'emboîtant les unes dans les autres. Le positionnement de la tuile est assuré par l'accrochage des tenons sur la face amont du liteau. Sont distinguées les tuiles « grand moule » (24 × 42 cm et plus) et les tuiles « petit moule » (moins de 23 × 33 cm). Il existe également des éléments pour les ouvrages associés : tuiles faîtières, arêtiers, tuiles de rive, chatières, etc.

Dispositions constructives

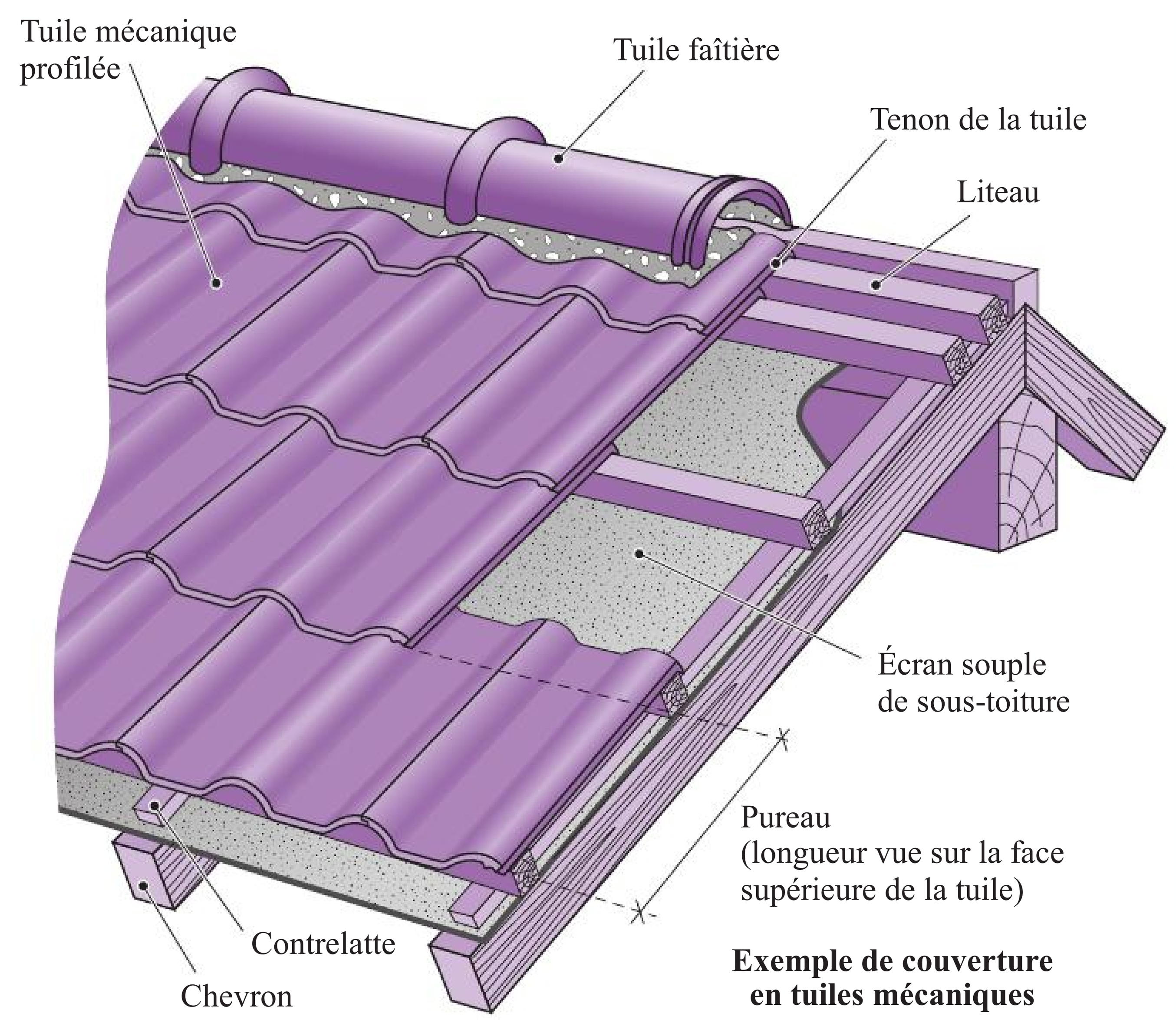
Les tuiles à glissement ne comportent pas d'emboîtement transversal et nécessitent un recouvrement important, ce qui peut avoir une incidence sur le poids. Le support peut être constitué soit par un litonnage, soit par un ouvrage continu muni de baguettes faisant office de liteaux. L'écartement des liteaux dont la valeur est donnée par le fabricant correspond au pureau.



Tuile à emboîtement



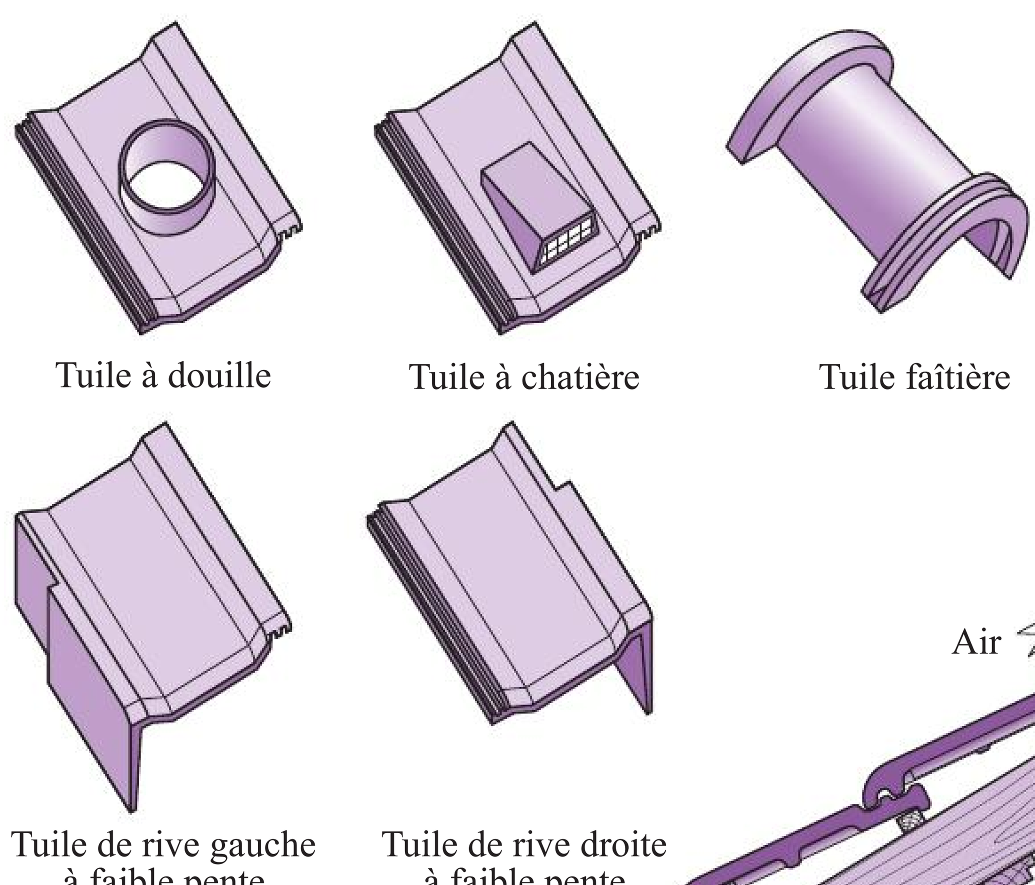
Tuile à glissement



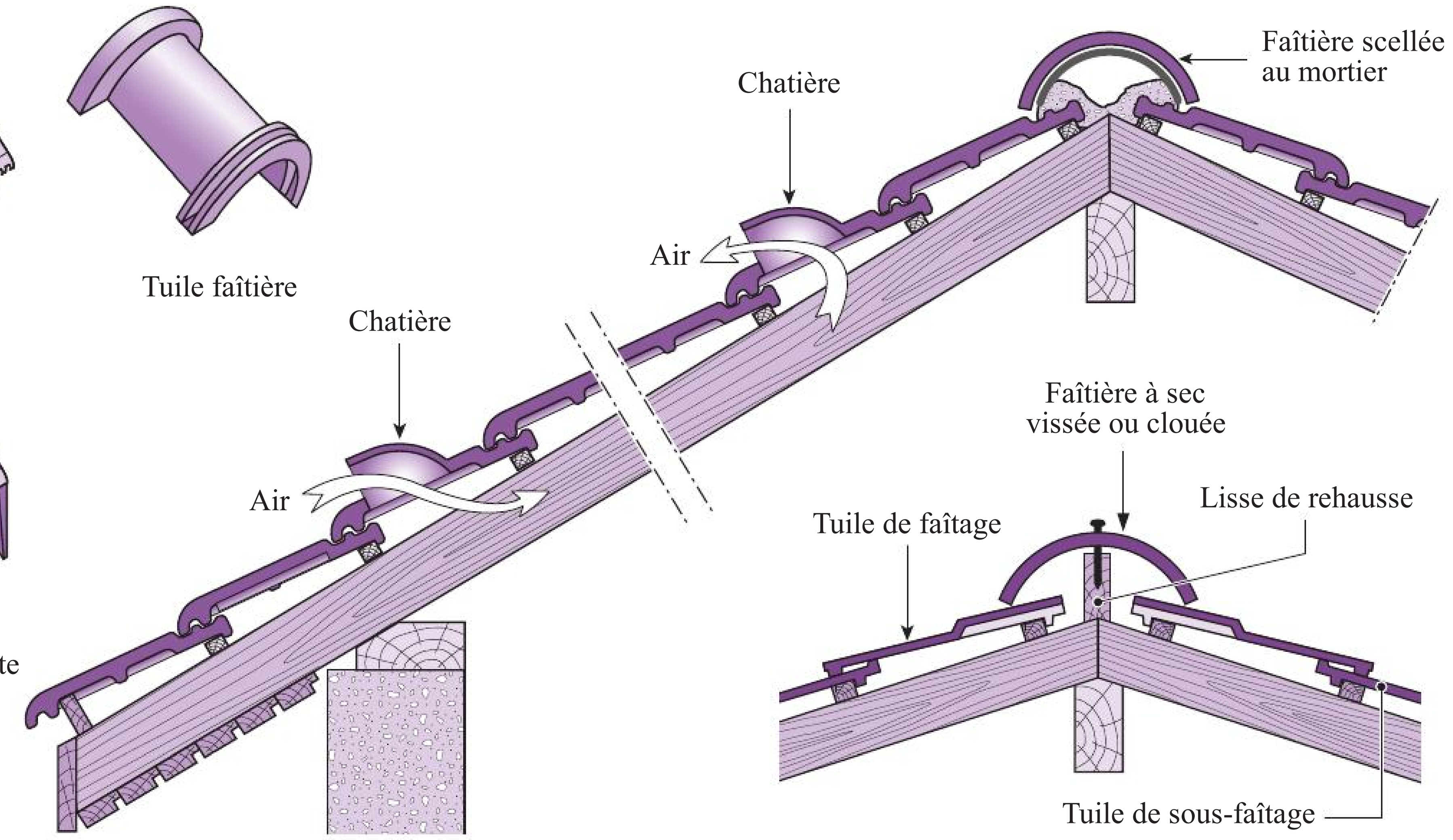
Exemple de couverture en tuiles mécaniques

Tuiles spéciales

Les tuiles spéciales sont utilisées pour les ouvrages associés : faîtages, arêtiers, rives, chatières de ventilation, etc.



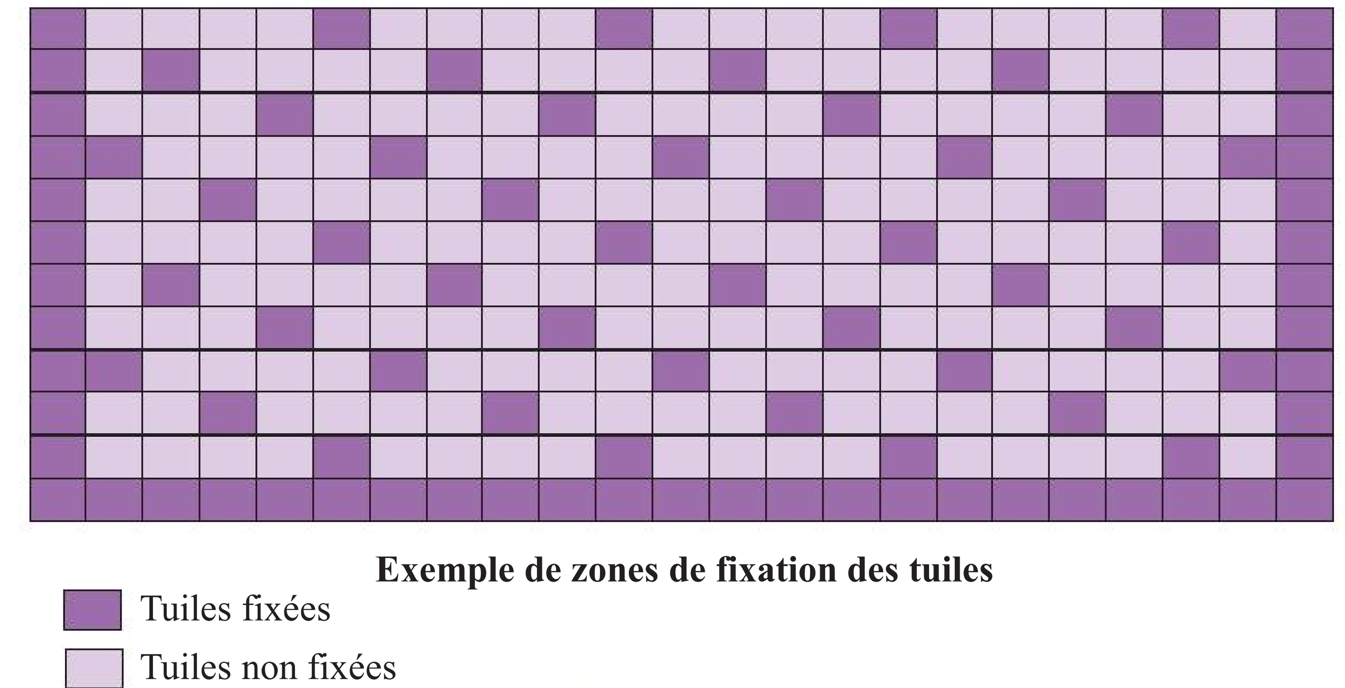
Exemples de tuiles spéciales pour le type à glissement



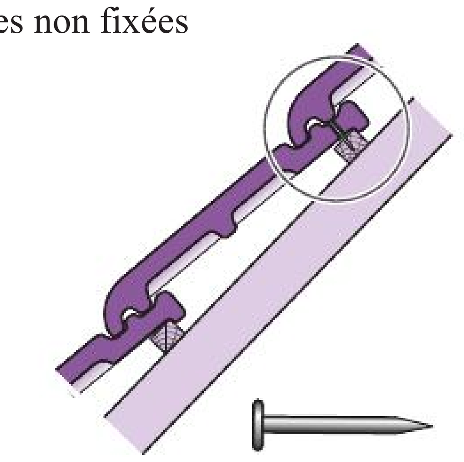
Exemples de pose des tuiles faîtières et chatières

Fixation

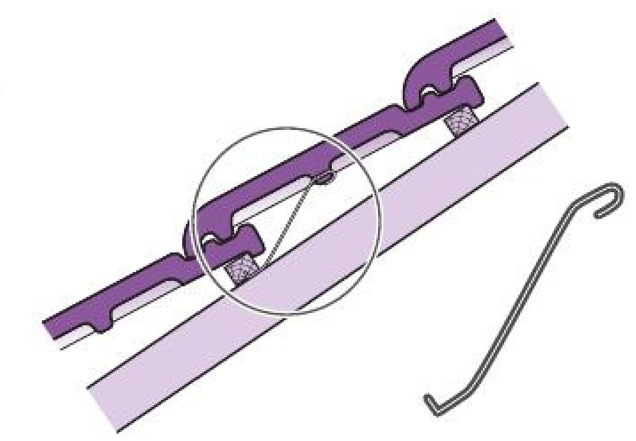
En situation exposée, une tuile sur cinq au minimum doit être fixée par pannetonnage, crochetage ou clouage : ces tuiles doivent être régulièrement réparties. Toutes les tuiles d'égout et de rives doivent être fixées.



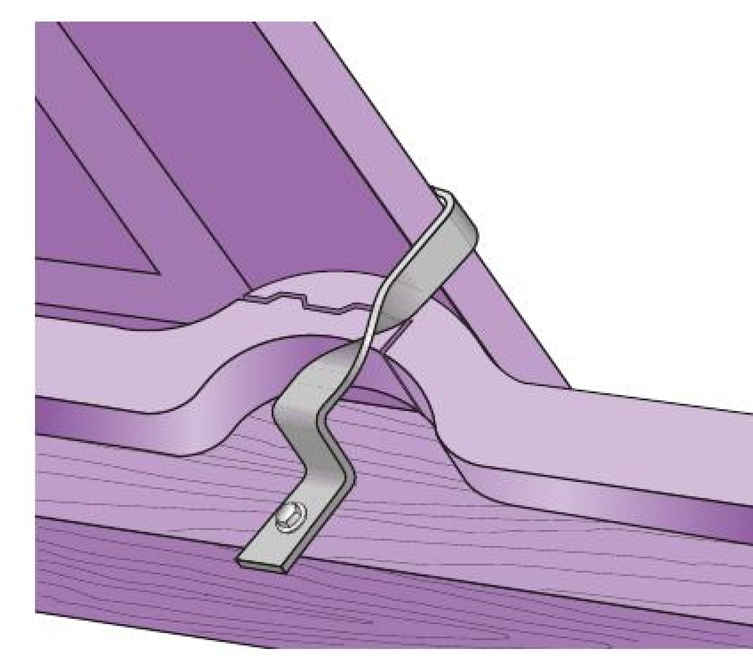
Exemple de zones de fixation des tuiles



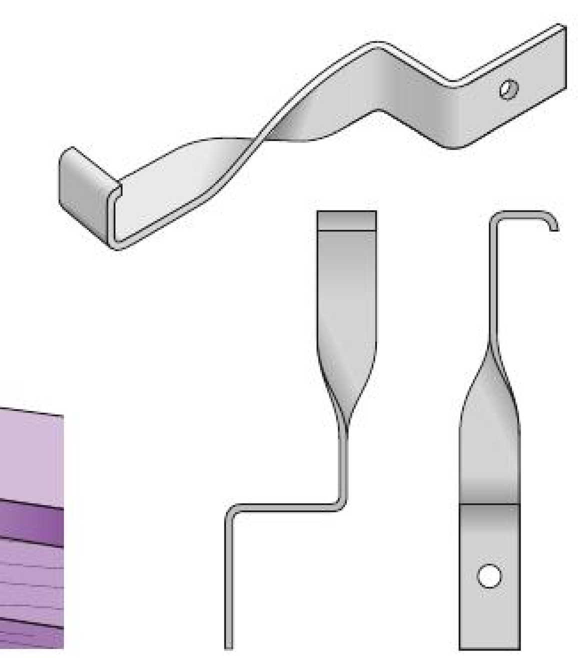
Fixation par clouage



Fixation par crochetage



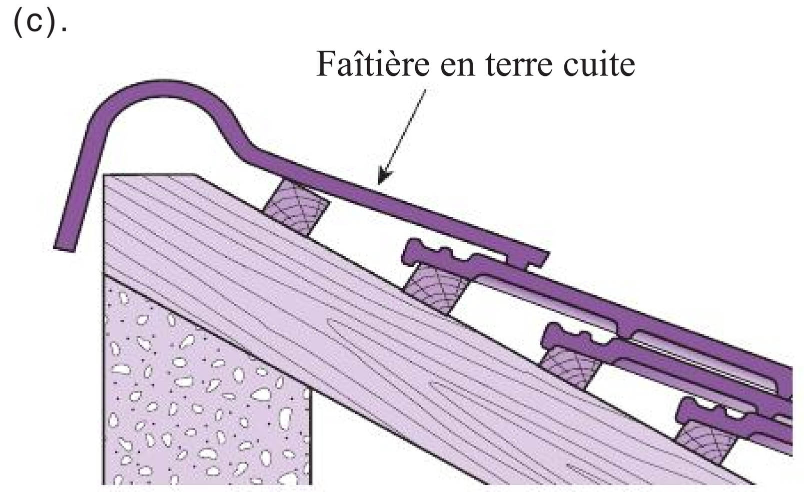
Fixation par pannetonnage



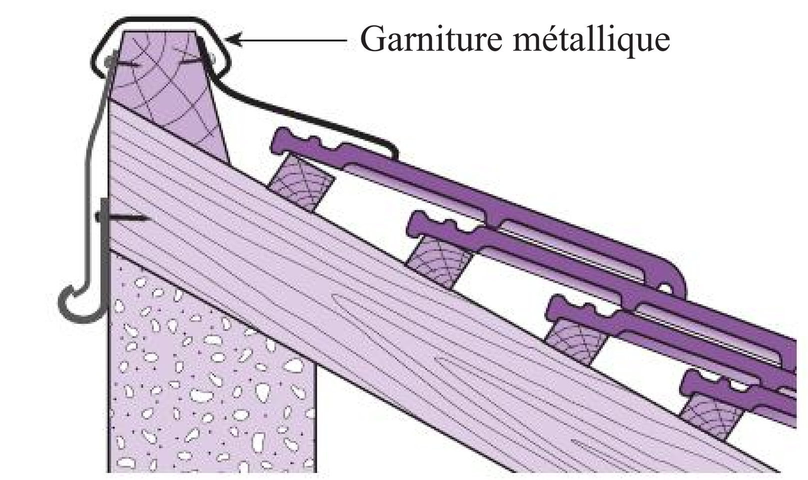
Panneton

Rives de tête

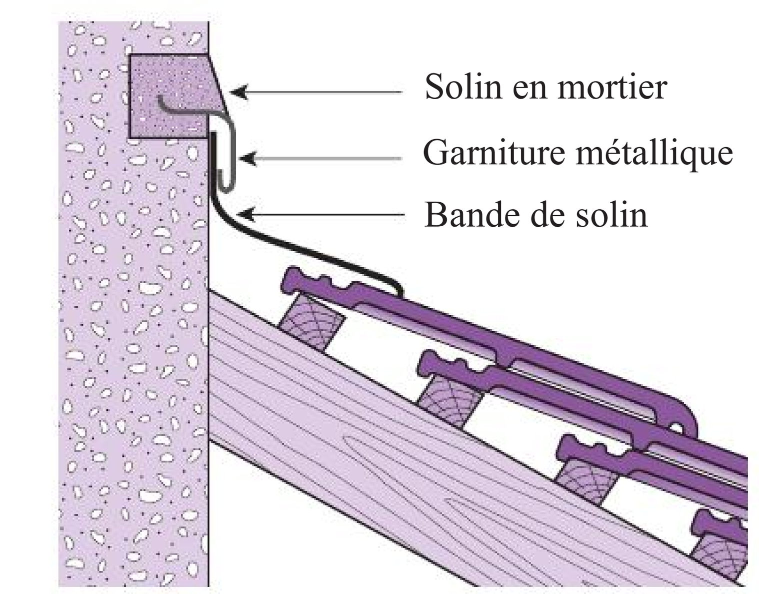
Les rives de tête sont réalisées à l'aide de faîtières en terre cuite (a) ou d'une garniture métallique (b). En cas de dépassement du mur (pénétration), une garniture métallique recouverte d'un solin en mortier est mise en place (c).



a Faîtière



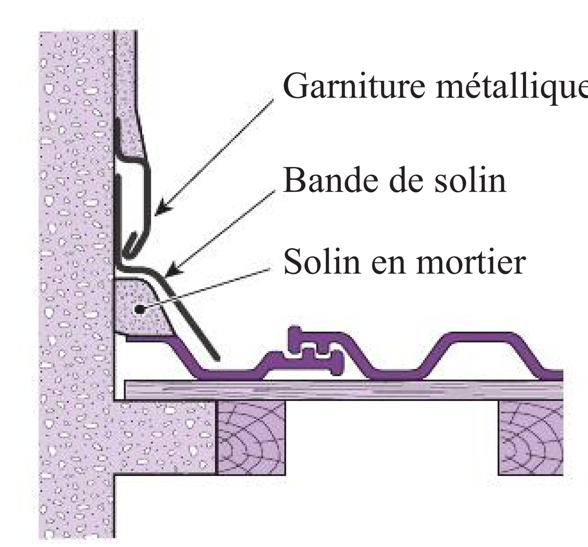
b Garniture métallique



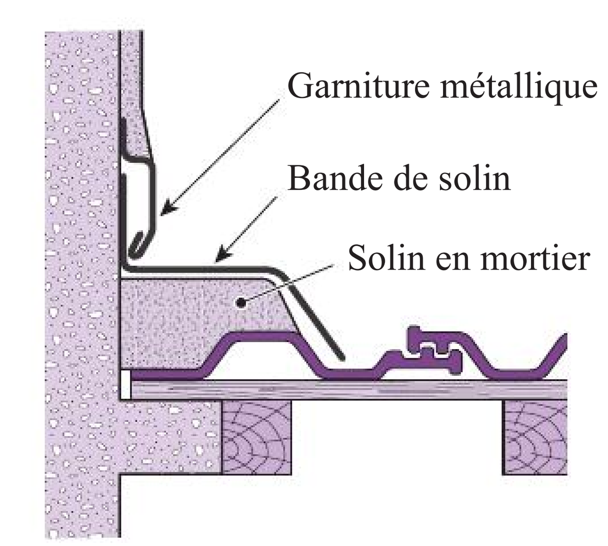
c Solin

Pénétration continue

Pour assurer l'étanchéité, la tuile doit être tranchée en dehors d'un creux (a). Dans le cas contraire, la garniture métallique est prolongée au-delà du relief suivant et un solin en mortier est mis en place (b).



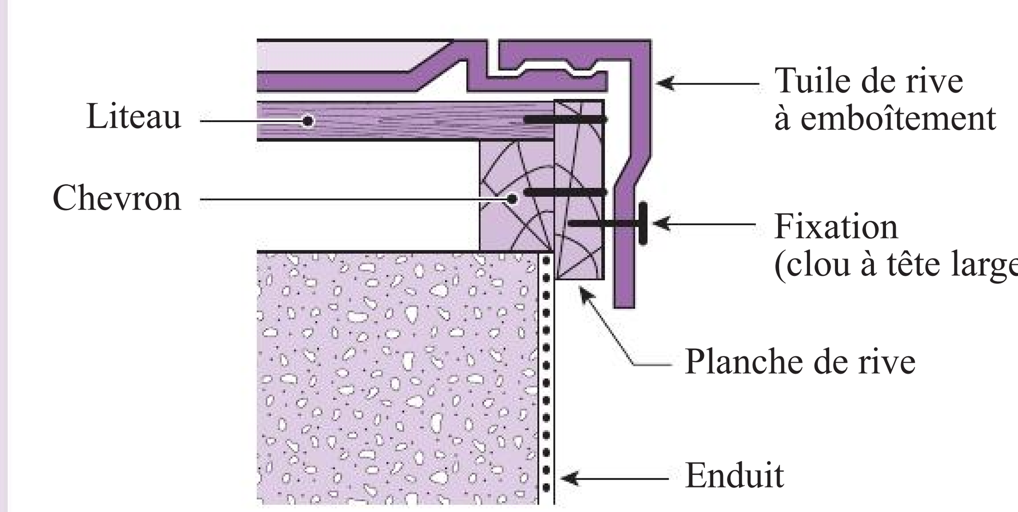
a Coupe en dehors d'un creux



b Coupe dans un creux

Rives latérales

Les rives latérales sont traitées au moyen de tuiles de rives (gauches ou droites), à simple recouvrement ou à emboîtement complet, fixées par tirefonds ou par clous à tête large. Elle peuvent également être habillées de bandes métalliques.



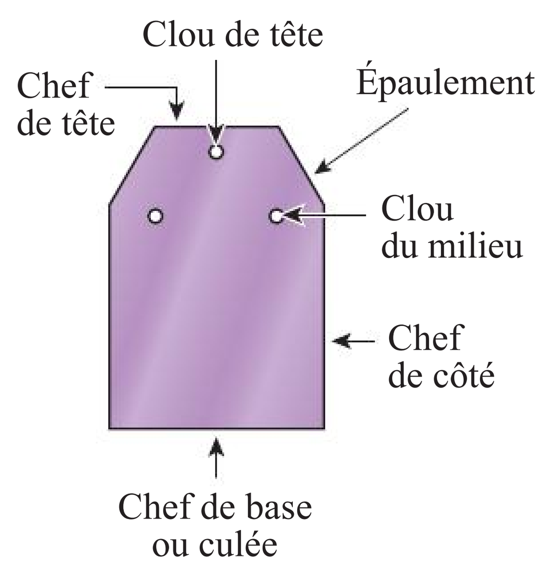
Comment ça marche

Couverture en ardoise

Une ardoise est une plaque de couverture réalisée à partir du schiste ardoisier. Outre les ardoises de schiste, sont utilisées également des ardoises en fibres-ciment, fabriquées à partir d'un mélange homogène de ciment et de fibres organiques ou de synthèse. Elles sont teintées dans la masse et reçoivent en surface une incrustation de pigments minéraux. La formulation de ces produits ne comporte pas de fibres d'amiante.

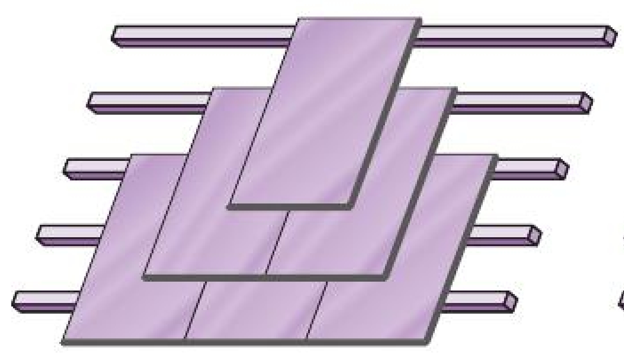
Terminologie et types de couverture

Les côtés de l'ardoise sont appelés « chefs » : sont distingués le chef de base, le chef de tête et les chefs de côté. L'abattement d'un angle crée un épaulement. La partie non recouverte de l'ardoise est appelée « pureau ».
Il existe différents types de couverture en ardoise : à pureau entier, découpé, développé, à modèles carrés posés en diagonale, à claire-voie ou à claire-voie développée.

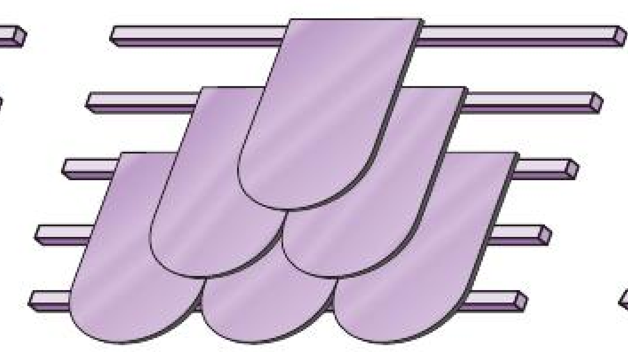


Désignation des côtés

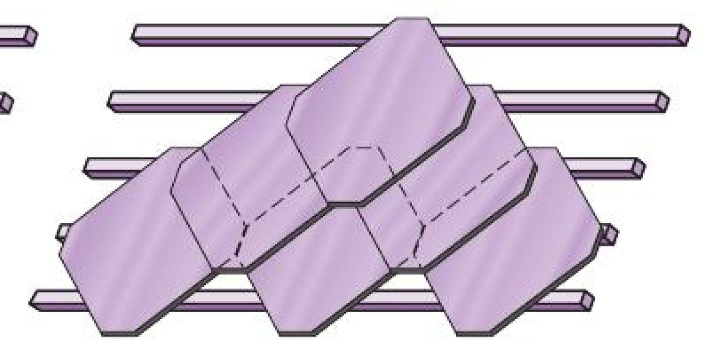
P : pureau
R : recouvrement



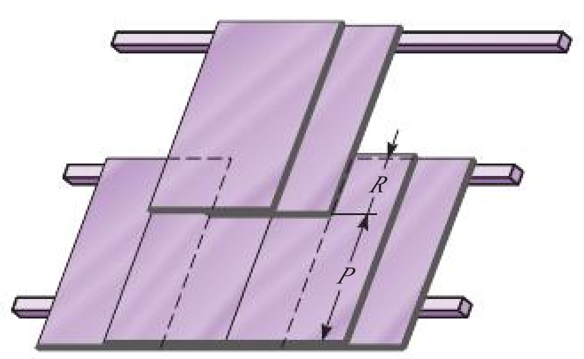
Couverture à pureau entier



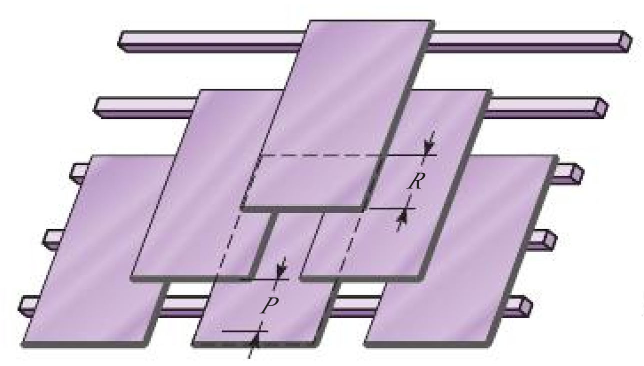
Couverture à pureau découpé en écaille



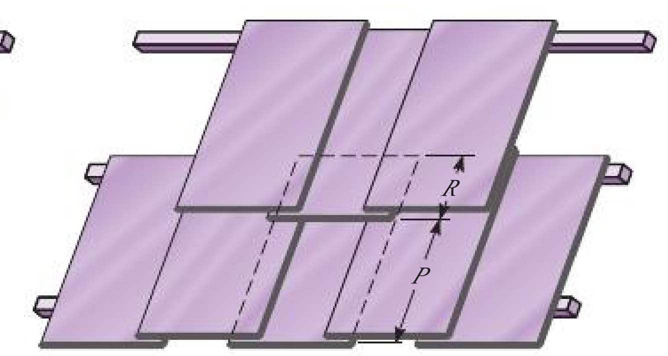
Couverture en modèles carrés posés en diagonale



Couverture à pureau développé



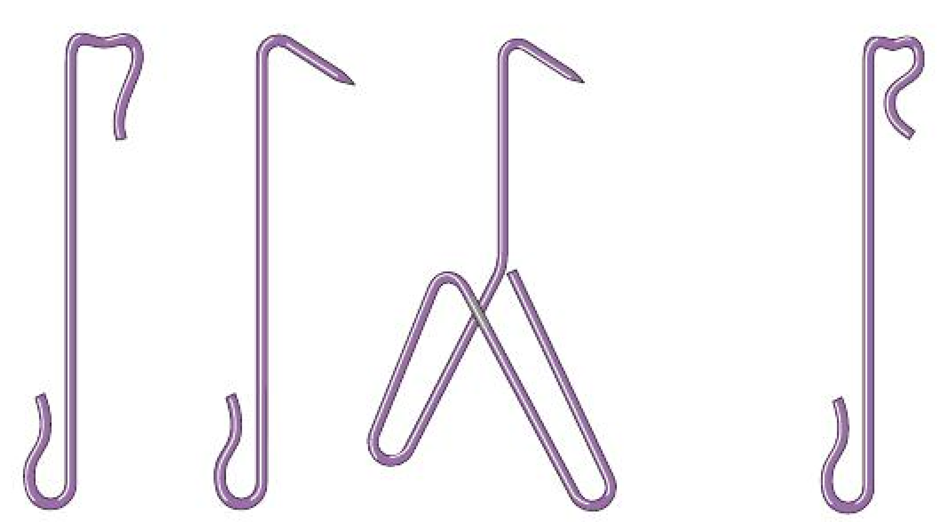
Couverture à claire-voie



Couverture à claire-voie développée

Fixation

Pour contrer les effet du vent, la fixation des ardoises est réalisée au moyen de :
- crochets à agrafe ou à pointe, réalisés en acier galvanisé, en acier inoxydable ou en cuivre ;
- clous, dits « clous à tête large », en acier galvanisé, en acier inoxydable ou en cuivre. Leur tige est cylindrique ou carrée.



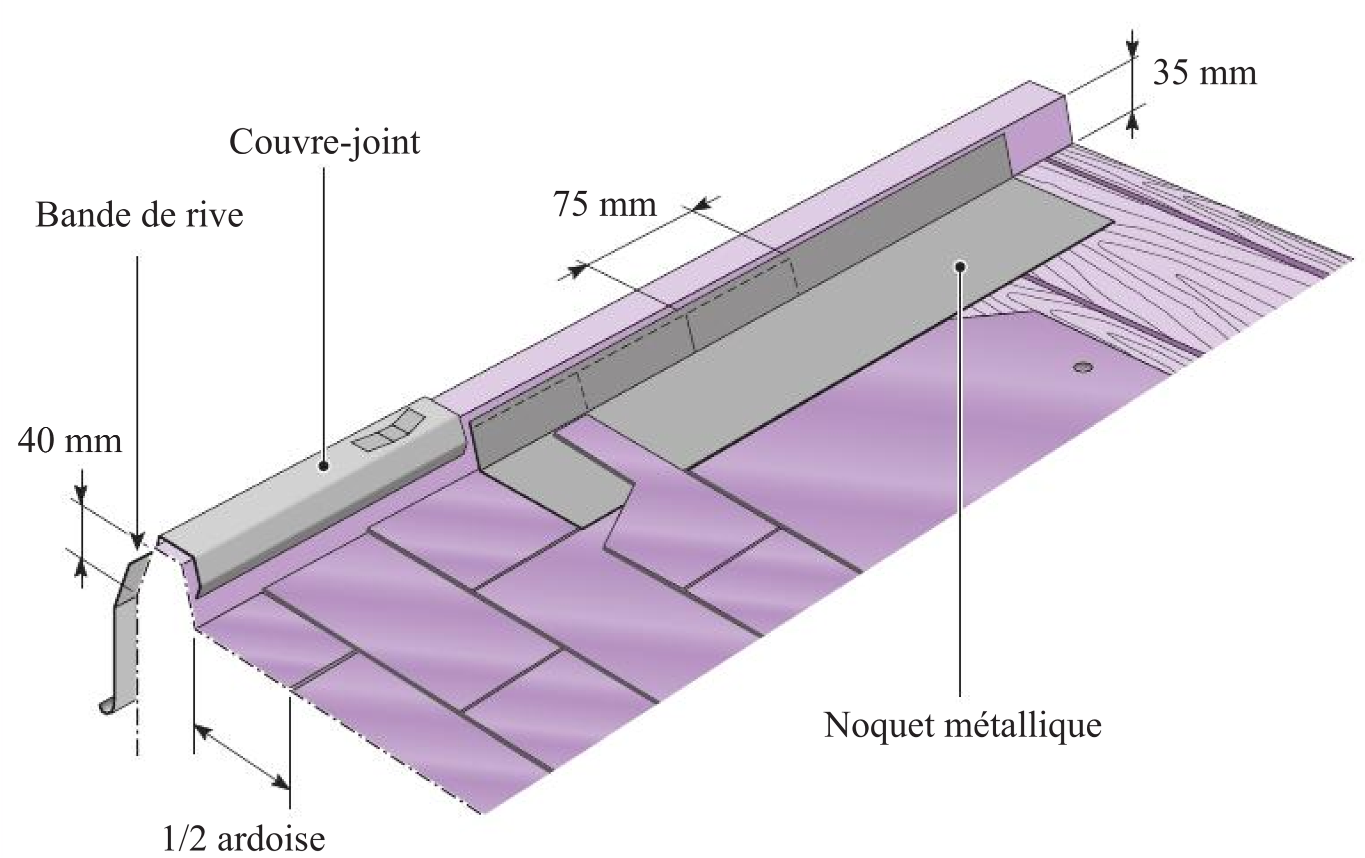
Pour lattis bois **Pour lattis métallique**



Clou à tête large

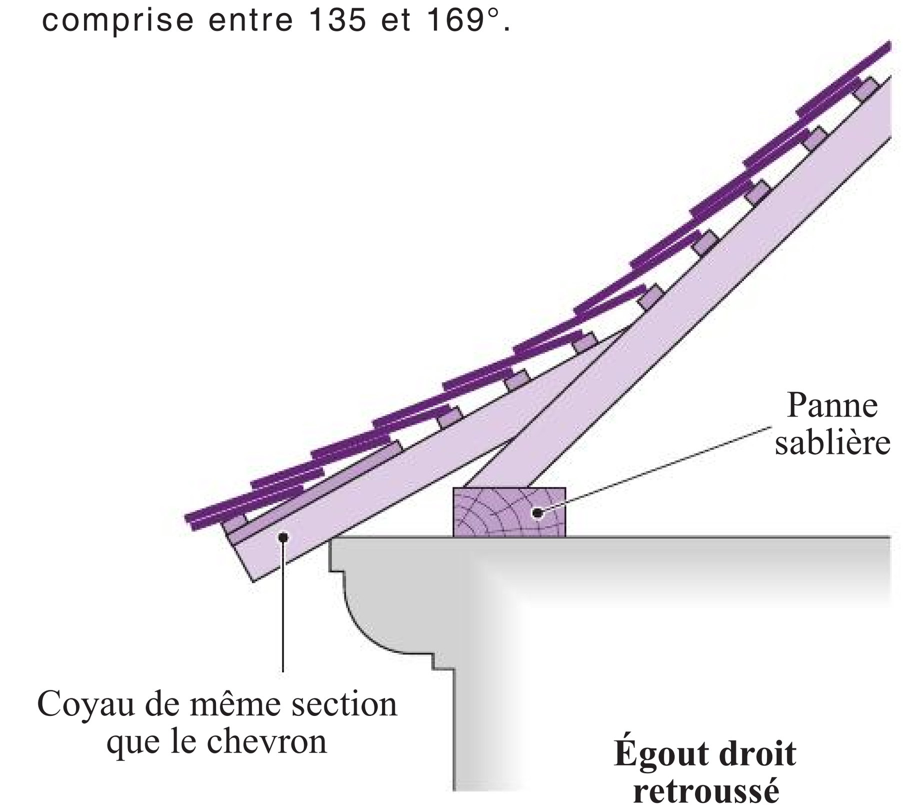
Rive latérale métallique

Elle est constituée par un tasseau en bois d'une hauteur minimale de 40 mm (qui peut être remplacé par une planche de rive), cloué sur le lattis avec couvre-joint et bande de rive, et par des ardoises et des noquets métalliques en rangs alternés. La largeur à plat des noquets est égale à celle d'une demi-ardoise, leur hauteur est celle d'une ardoise. Les noquets sont apparents ou recouverts pour éviter leur déformation sous l'action de la chaleur.



Égout

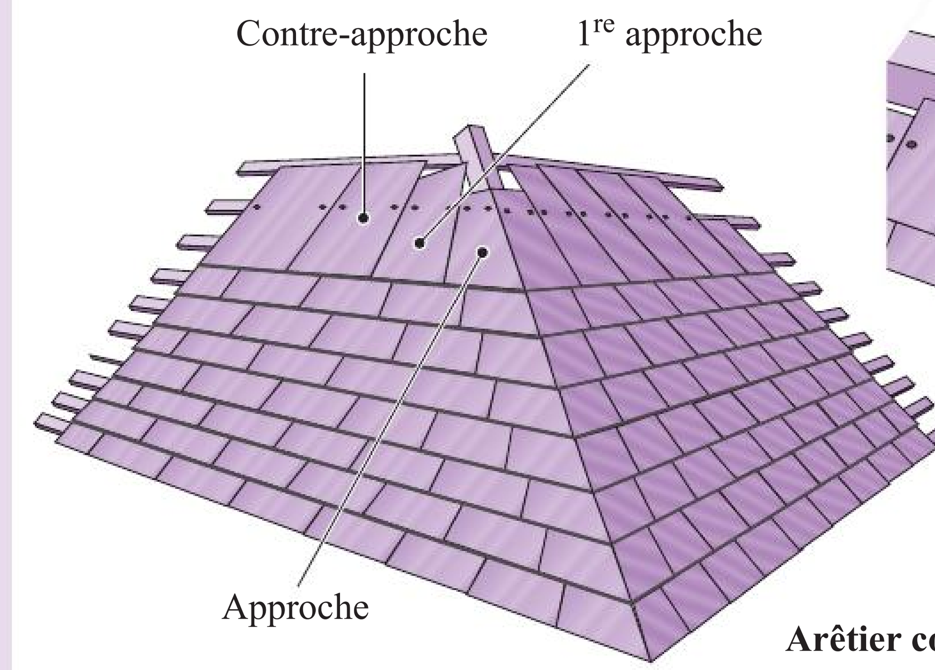
Deux types d'égout sont distingués :
– l'égout droit, simple ou retroussé, exécuté dans le cas de corniche saillante ;
– l'égout biais, pour une inclinaison sur l'horizontale comprise entre 135 et 169°.



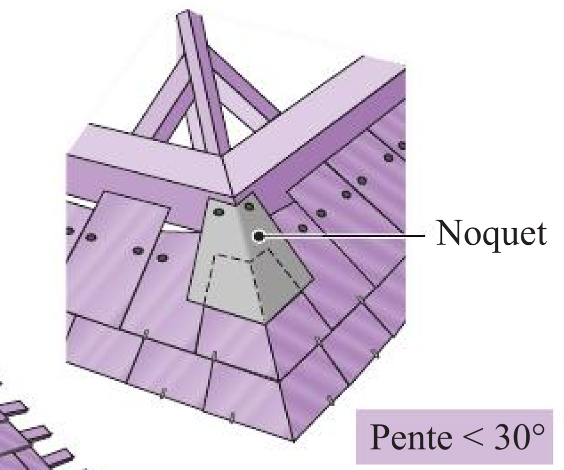
Égout droit retroussé

Arêtier

L'arêtier courant concerne les versants de pente au moins égale à 30° en site protégé. Si les deux versants ont la même pente, les ardoises d'arêtier doivent alternativement se croiser d'un rang sur l'autre en changeant de versant (joints consécutifs). L'arêtier fermé, pour les pentes inférieures à 30°, comporte à chaque rang un noquet plié suivant la ligne d'arêtier et posé en doublis sous chaque arêtière.



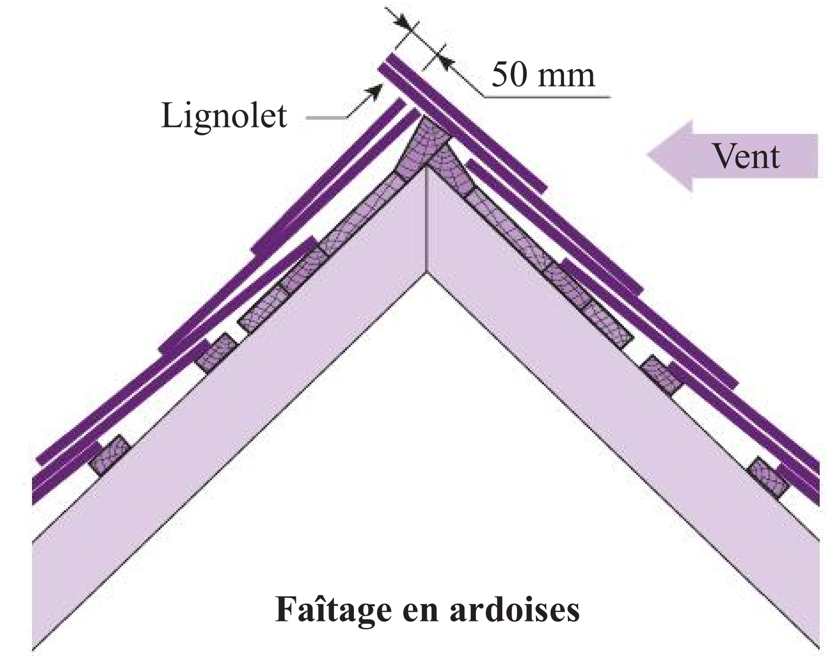
Arêtier courant



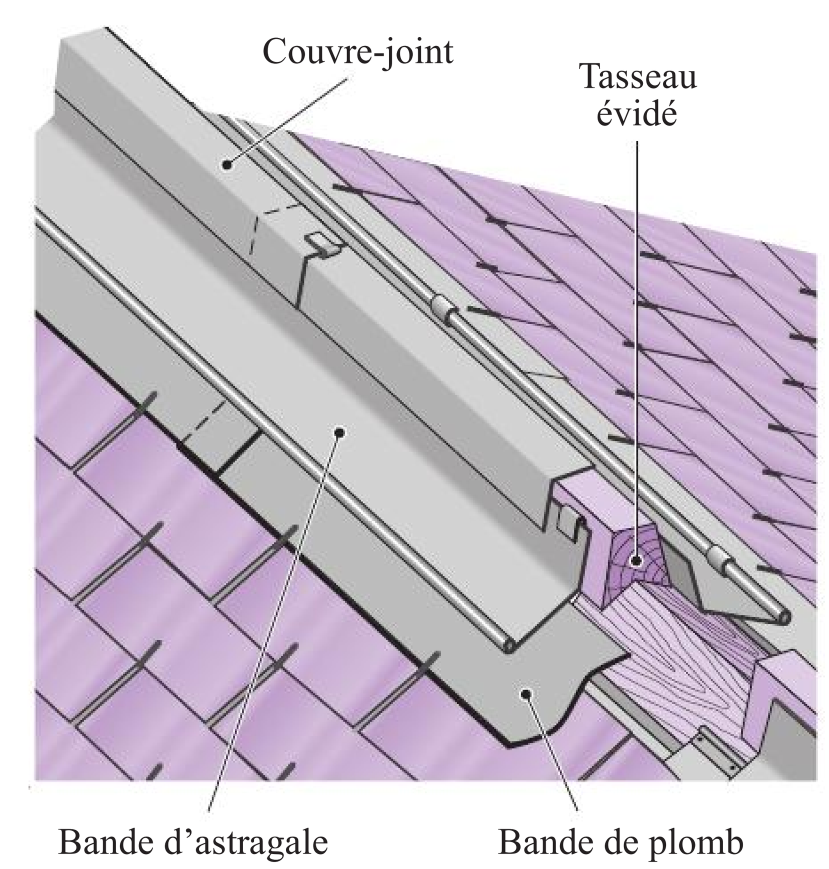
Arêtier fermé

Faîtage

Le faîtage en ardoises, dit « faîtage à lignolet », est constitué par un débordement de 50 mm des ardoises du versant exposé au vent. Le faîtage métallique se compose de deux bandes d'astragale et d'un couvre-joint posé sur tasseau.



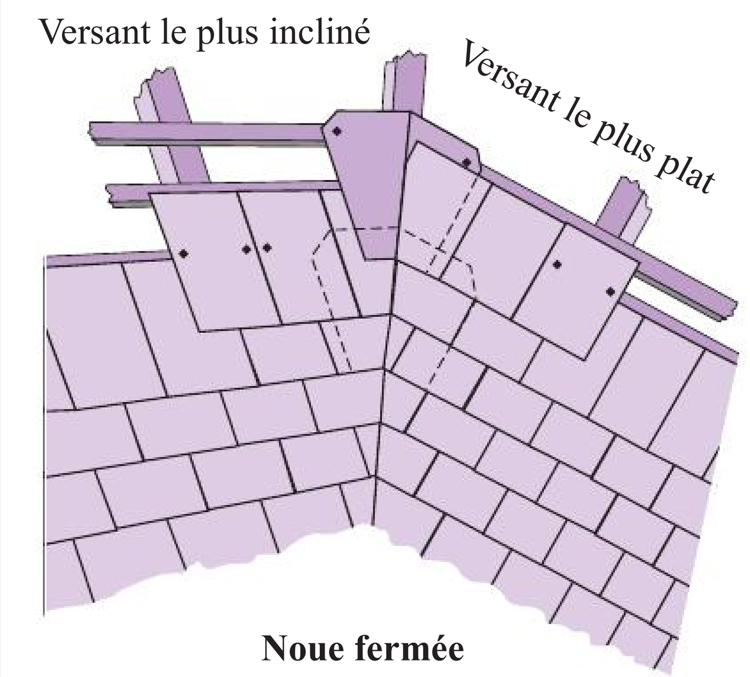
Faîtage en ardoises



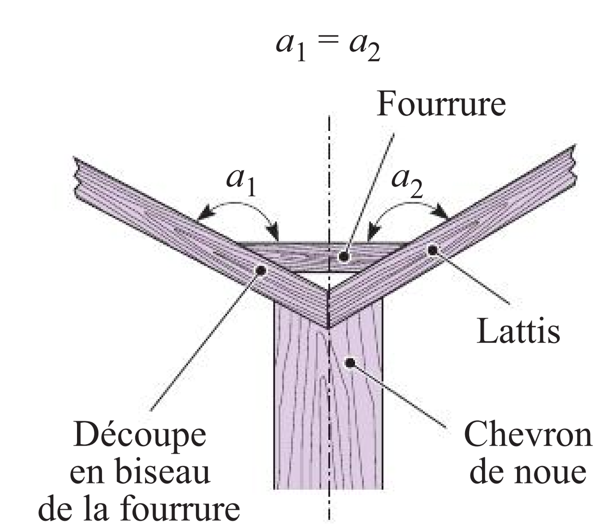
Faîtage métallique

Noue

La réalisation d'une noue fait appel au tranchis, c'est-à-dire la taille des ardoises sur deux ou plusieurs épaisseurs selon une même ligne. La noue comporte dans son axe une fourrure d'une épaisseur de 25 mm et d'une largeur d'environ 100 mm, clouée à cheval sur les deux versants. Elle peut également comporter des noquets métalliques, cachés par les ardoises.



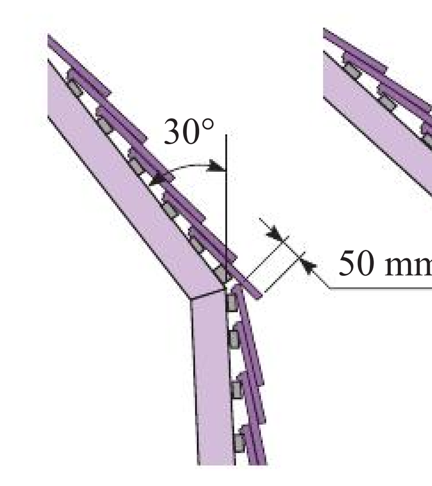
Noue fermée



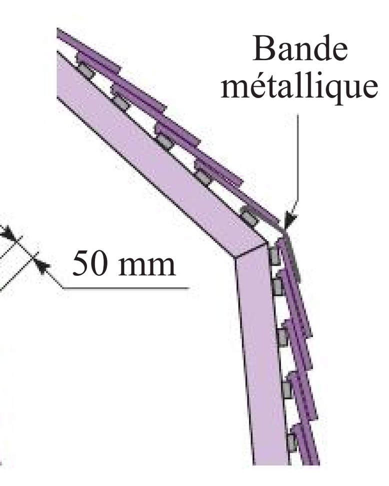
Support de noue

Ligne de bris et brisure à angle rentrant

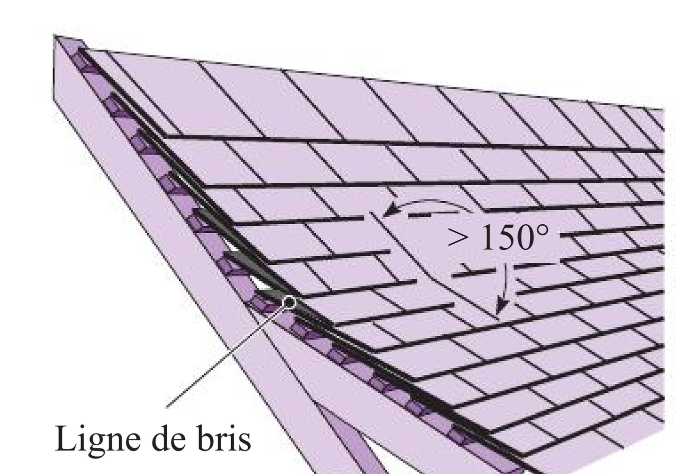
Une ligne de bris est l'intersection de deux plans de couverture, tels que l'égout de l'un est confondu avec la rive de tête de l'autre. La brisure à angle rentrant marque le changement de pente d'un versant.



Ligne de bris en ardoise



Ligne de bris métallique



Brisure à angle très ouvert

Comment ça marche

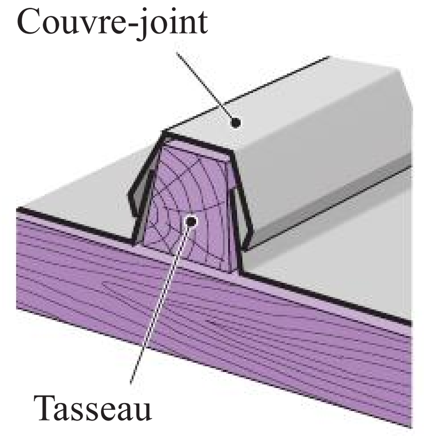
Couverture en zinc

Les feuilles de zinc se présentent sous la forme de feuilles (longueur ≤ 2 m) ou de longues feuilles (longueur ≥ 2 m), leur épaisseur variant de 0,60 à 1 mm. Leur mode d'accrochage sur le support leur permet de se dilater librement. Le support doit être continu, sous forme de voligeage, jointif de préférence. Deux techniques de mise en œuvre sont possibles : la couverture à tasseaux ou à joints debout. Le travail des feuilles de zinc peut être effectué sur le chantier à l'aide d'une plieuse.

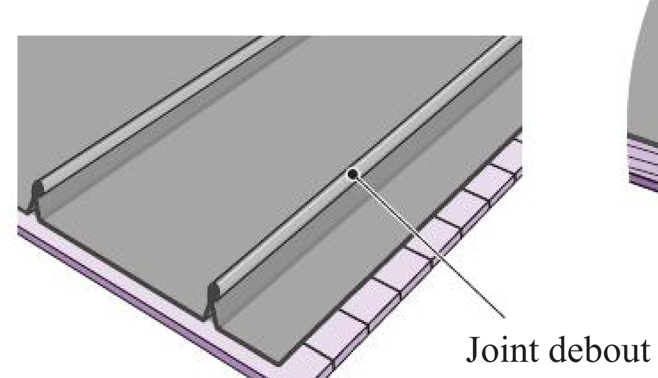
Dispositions constructives

Couverture à tasseaux
La fixation consiste à agrafer ponctuellement, à l'aide de pattes de fixation sur des tasseaux en bois, les reliefs longitudinaux des feuilles pour les maintenir plaqués au voligeage tout en leur permettant de se dilater librement. Les têtes des feuilles sont pincées par des agrafes qui empêchent leur glissement.

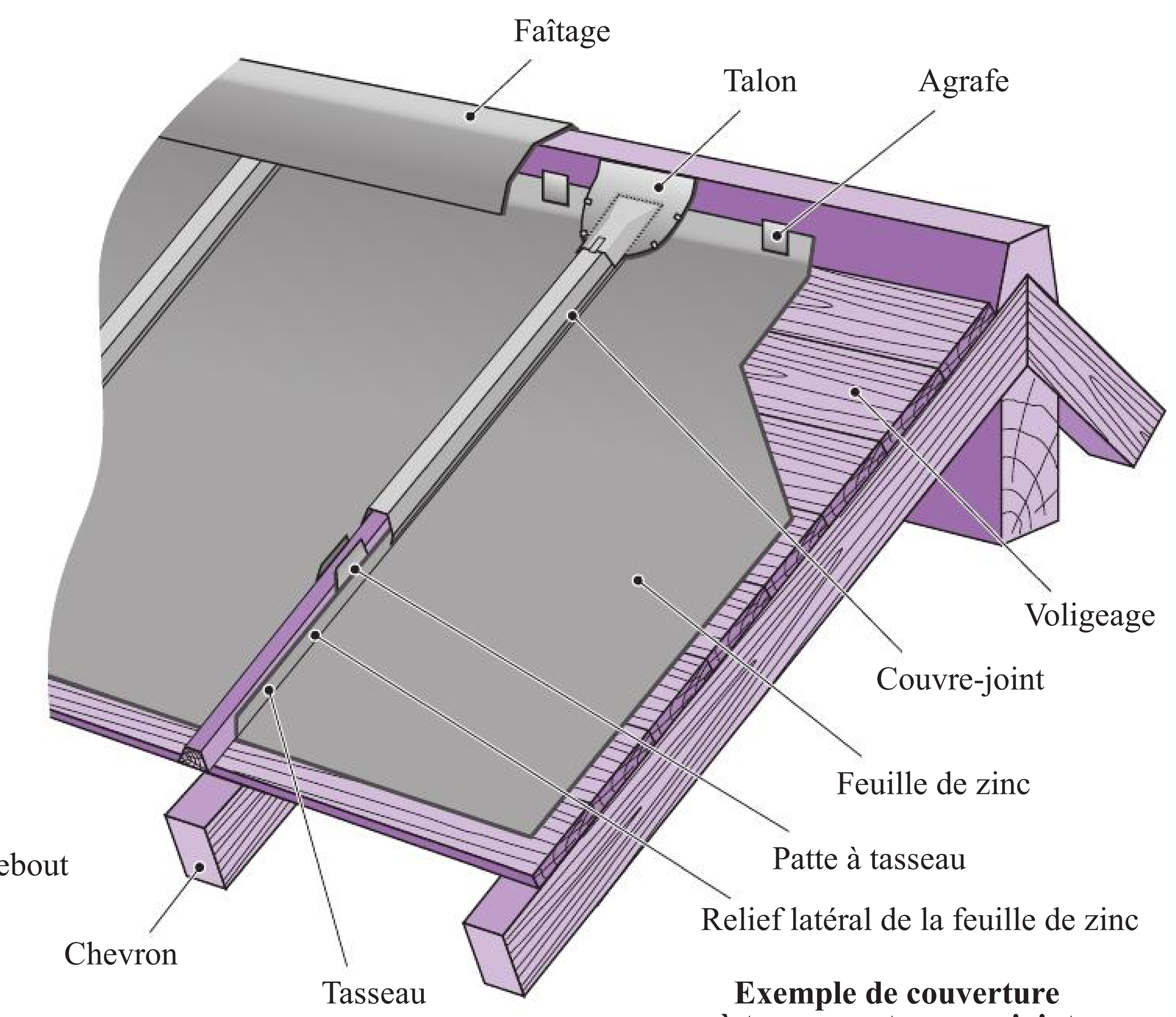
Couverture à joint debout
La fixation consiste à liaisonner les feuilles au voligeage au moyen de pattes prises dans la formation d'un ourlet formant le joint debout. Ces pattes sont clouées sur le voligeage par des pointes annelées ou fixées à l'aide de vis. La jonction transversale entre feuilles peut être à agrafure simple, à double agrafure ou à ressaut.



Couverture à tasseau



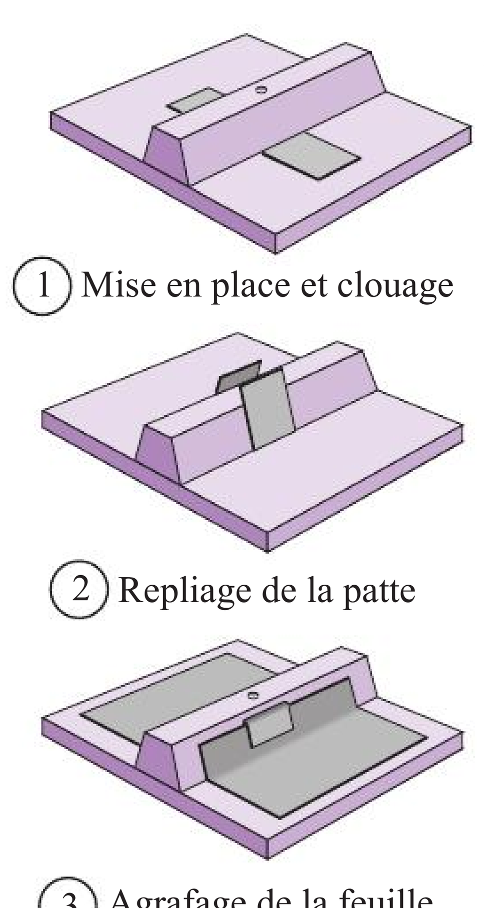
Couverture à joint debout



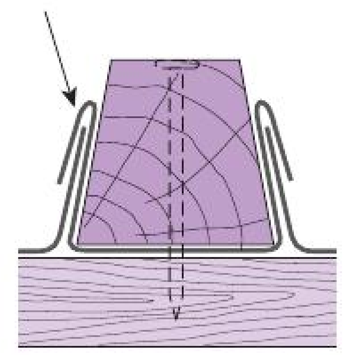
Exemple de couverture à tasseaux et couvre-joint

Couverture à tasseaux et couvre-joint

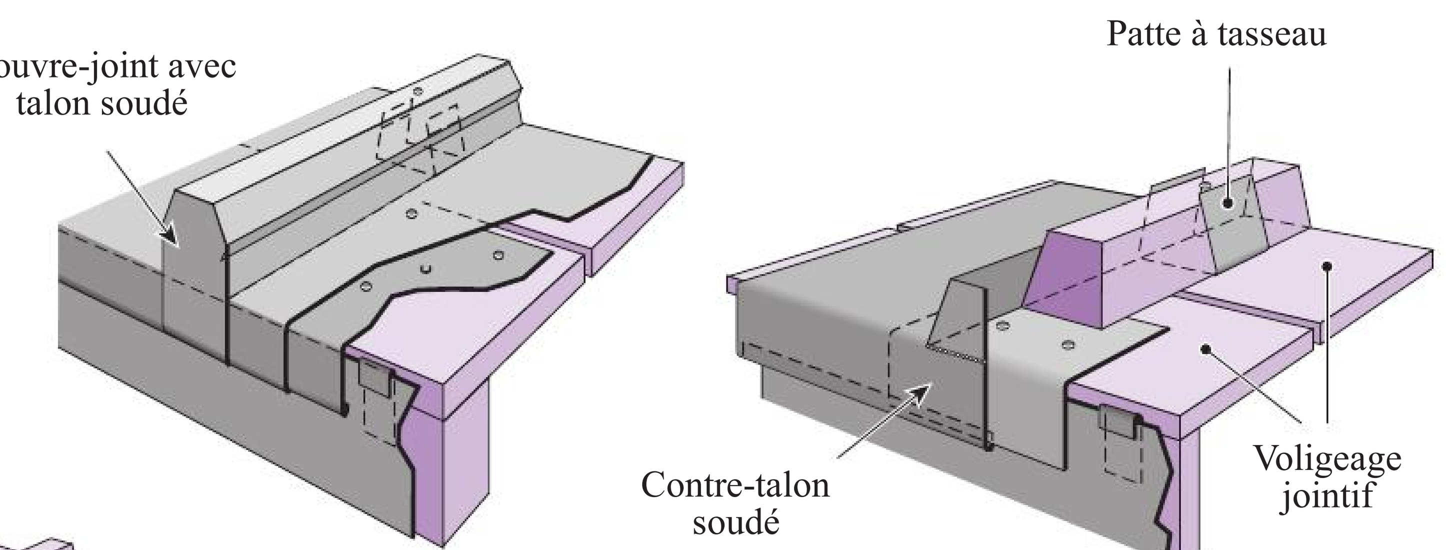
Détail des coupes, façonnages et fixations des tasseaux et couvre-joint.

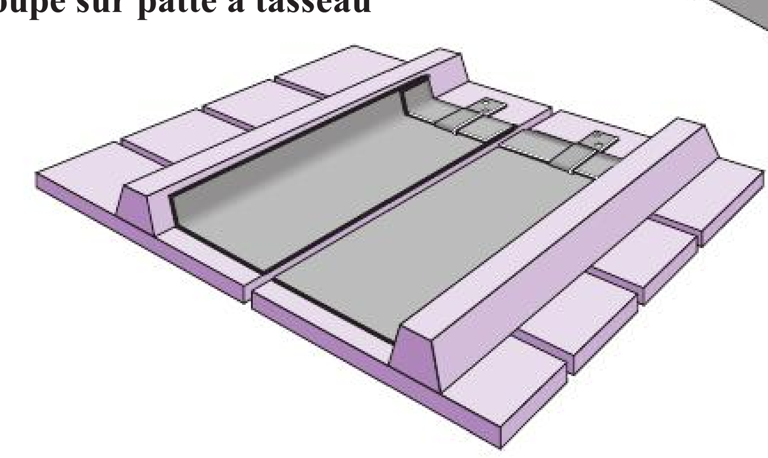


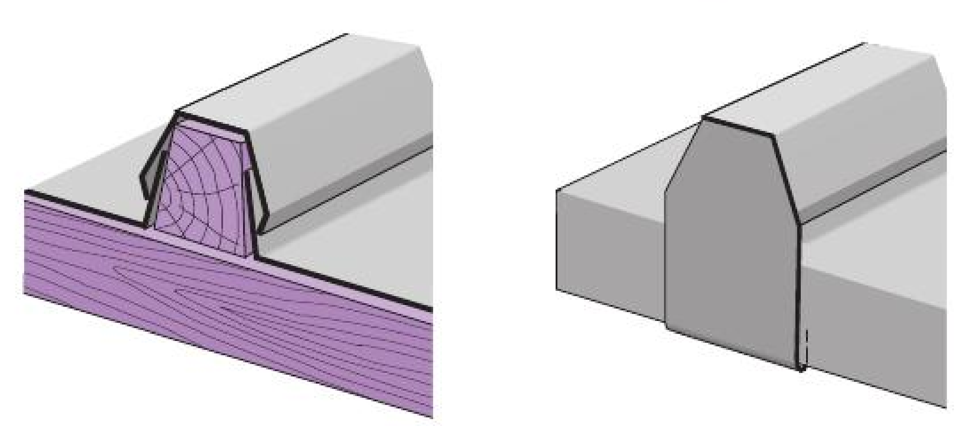
Mise en œuvre de la patte à tasseau



Coupe sur patte à tasseau

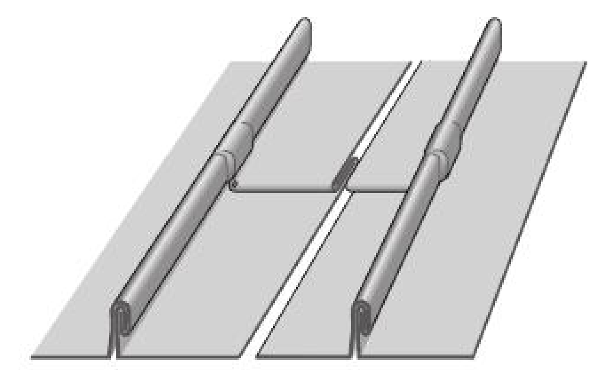


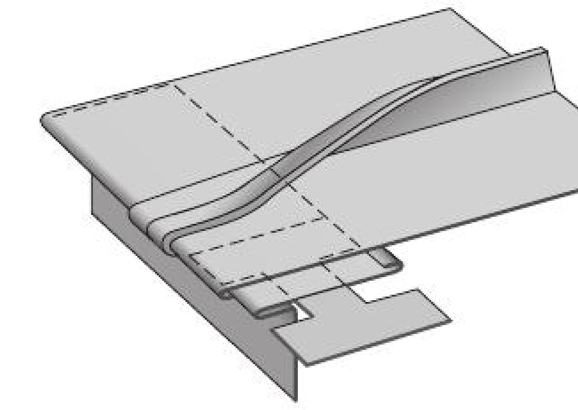

Clouage en tête des pattes pour les longues feuilles

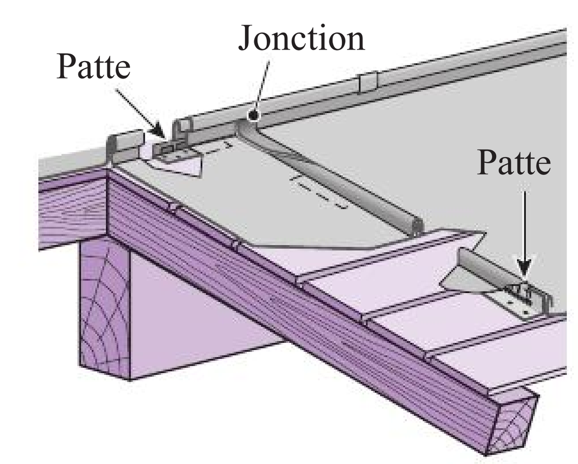

Couvre-joint sans et avec talon

Couverture à joint debout

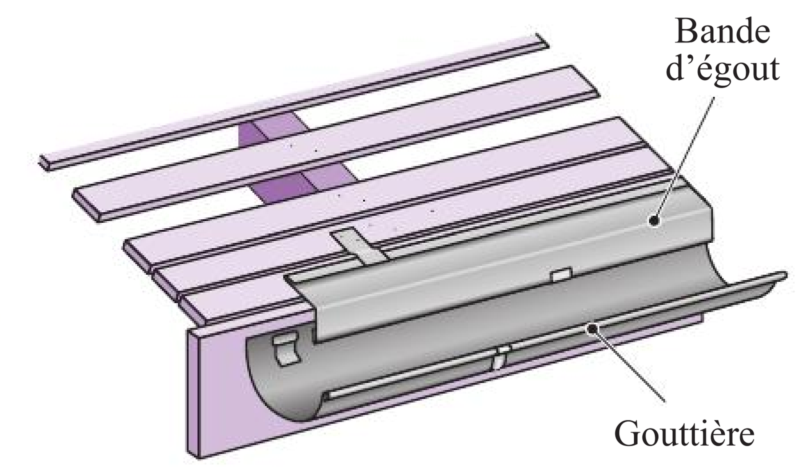
Détail des coupes, façonnages et fixations des joints debout.


Raccord longitudinal

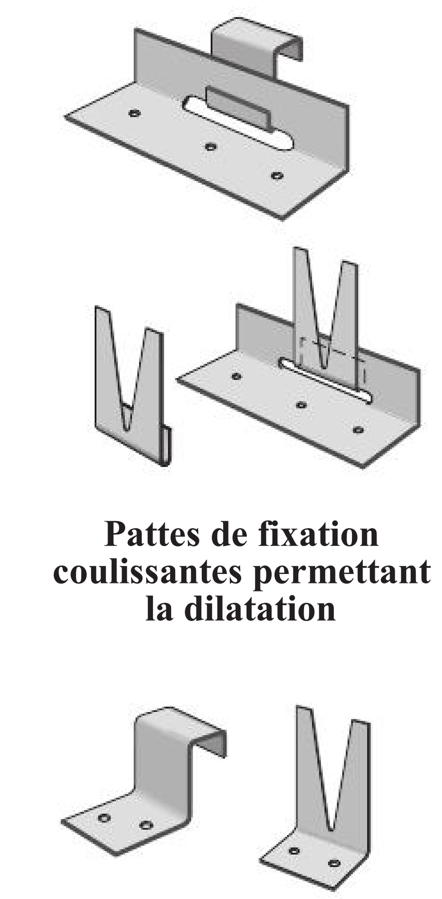

Finition en bas de pente



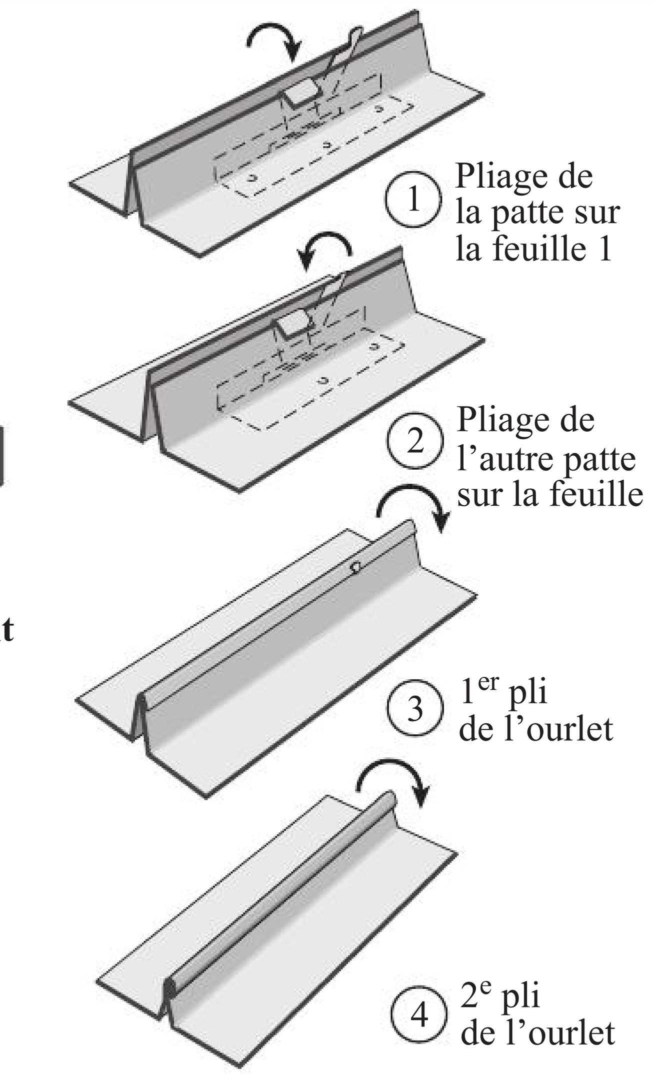
Finition en haut de pente



Égout


Pattes de fixation coulissantes permettant la dilatation

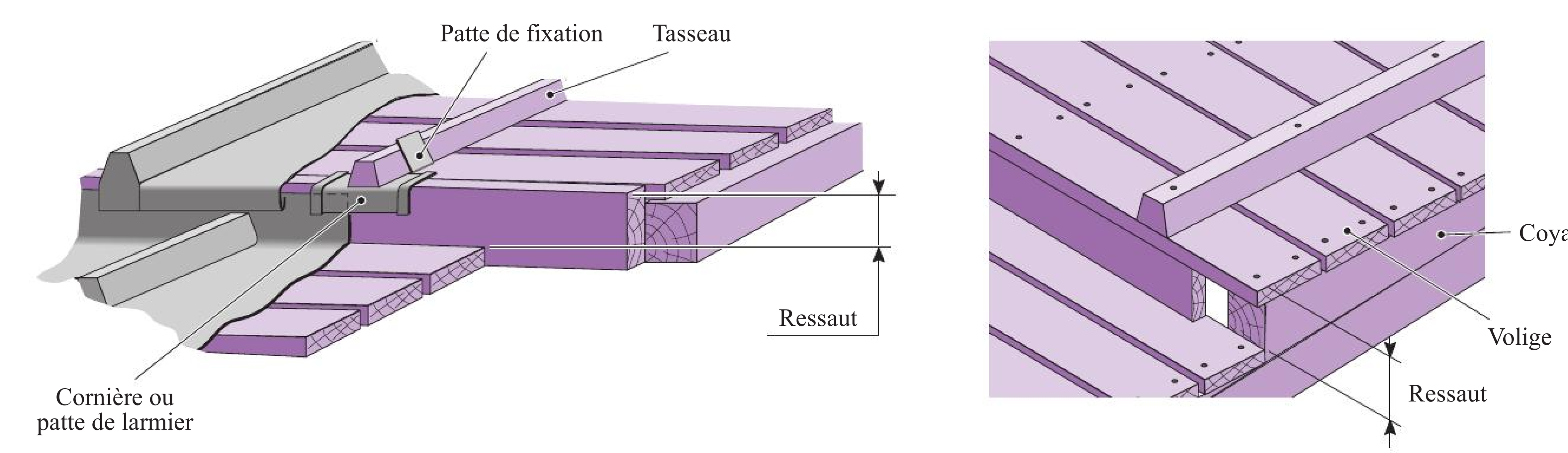
Pattes de fixation fixes



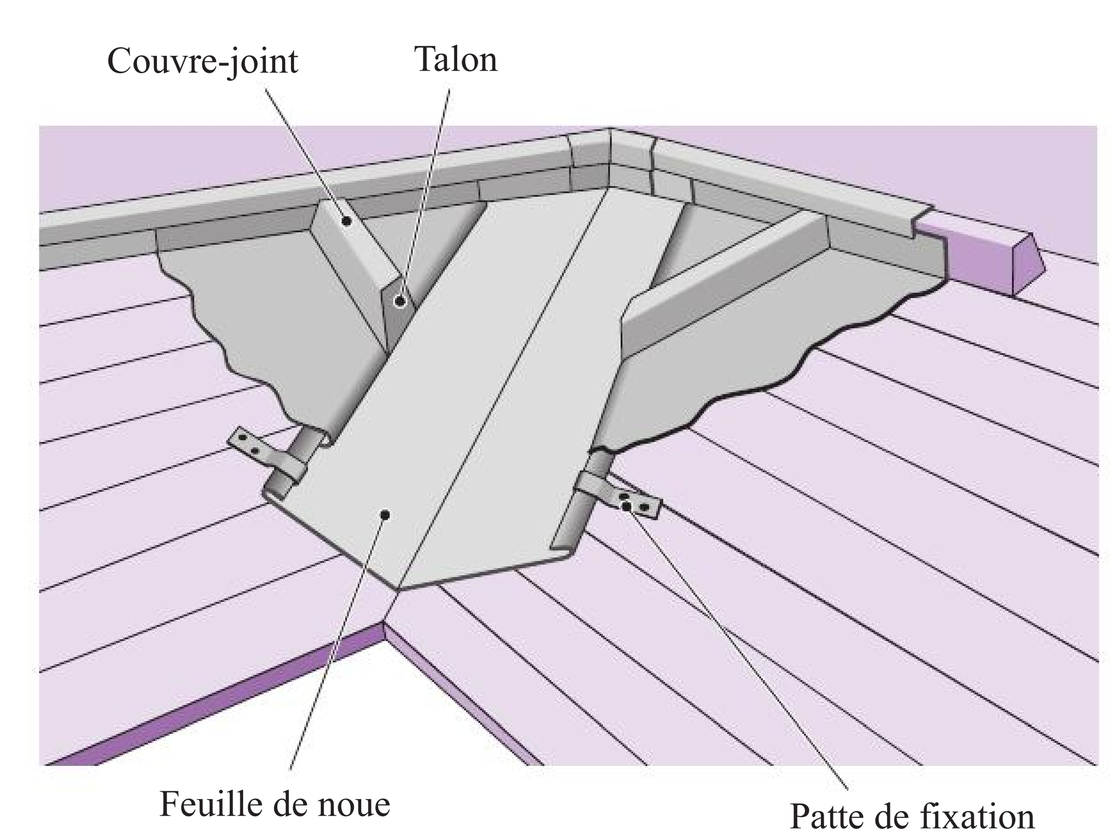
Phases d'exécution du joint debout

Points singuliers des couvertures à tasseaux et couvre-joint

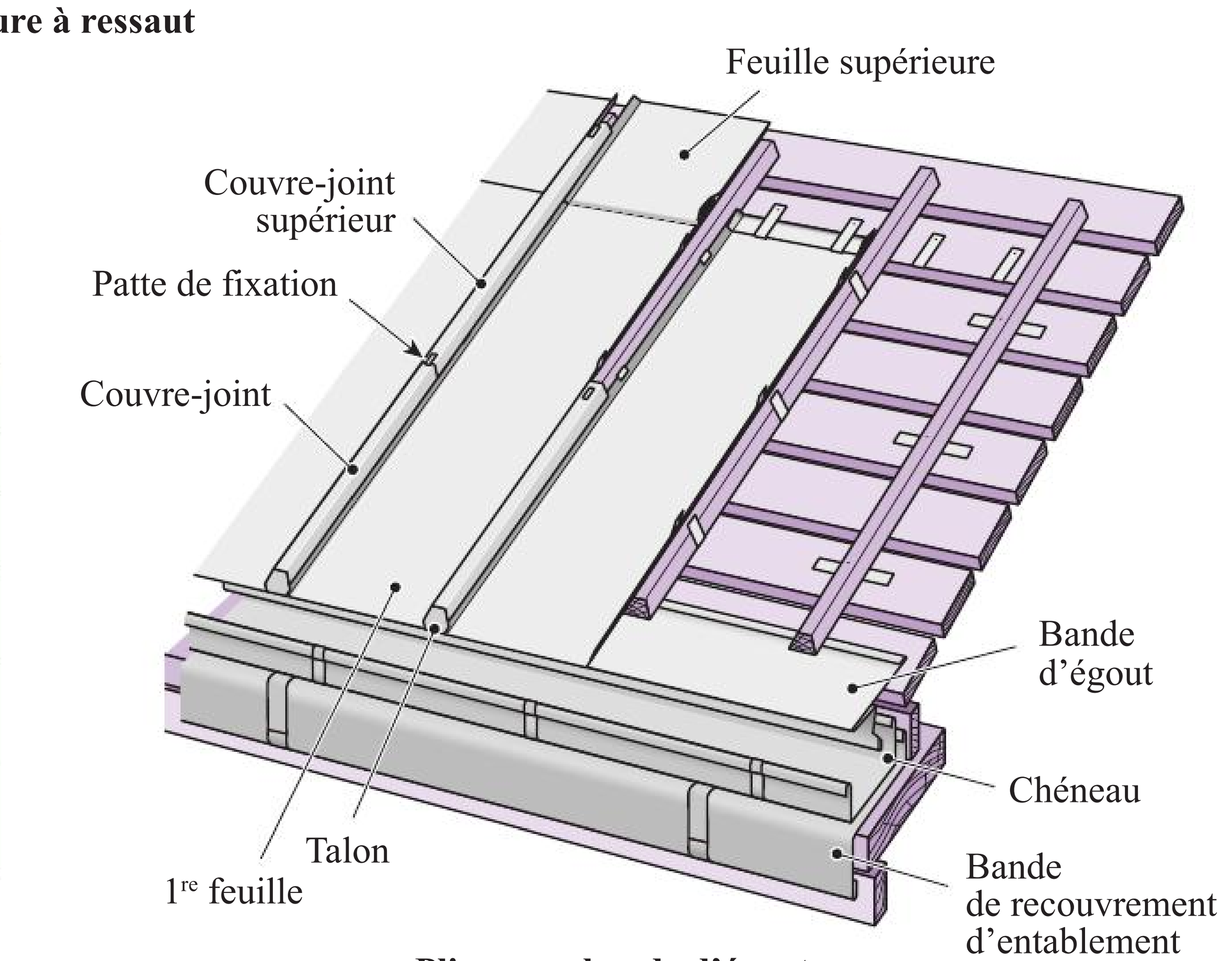
Détail des techniques de mise en œuvre des couvertures à ressaut, des noues et bandes d'égout à tasseaux et couvre-joint.



Couverture à ressaut



Noue à agrafures



Pliage sur bande d'égout

Comment ça marche

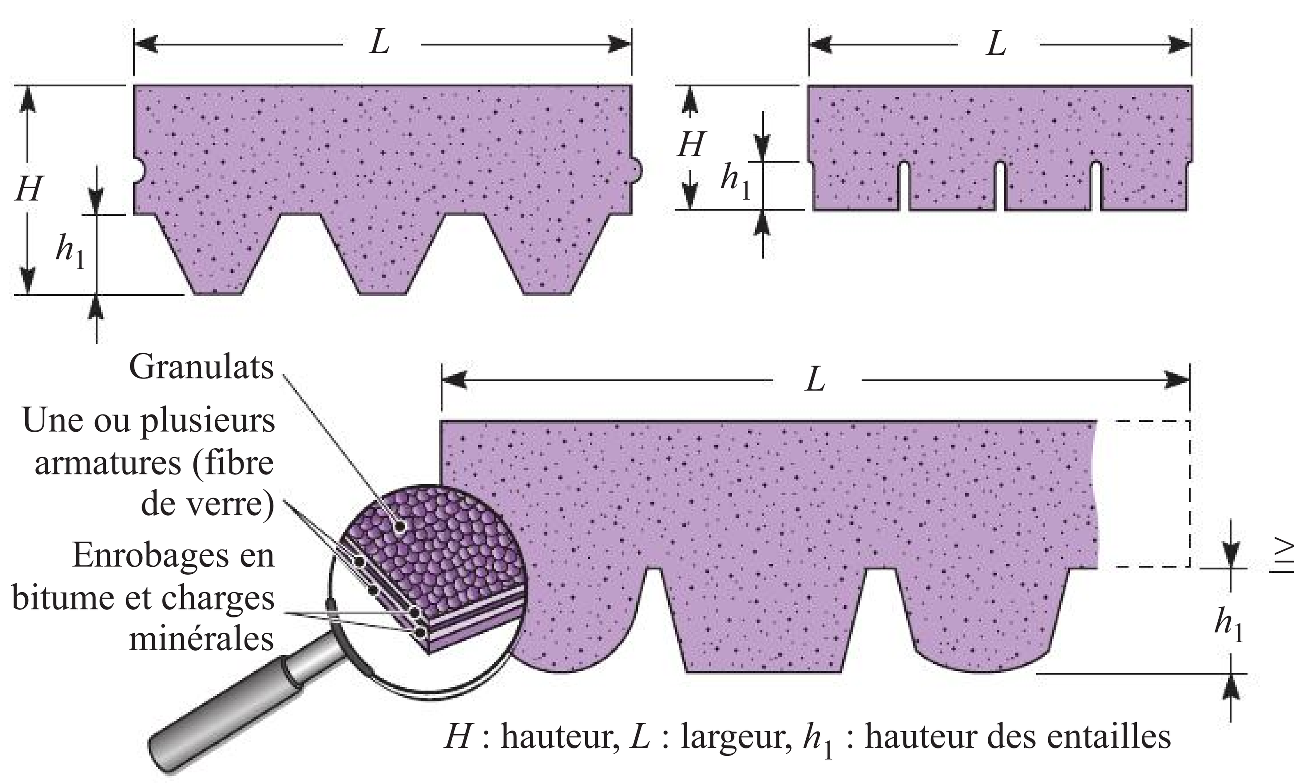
Couverture en bardeaux bitumés

Les bardeaux bitumés (ou bardeaux d'asphalte, ou encore *Shingles*) sont des produits qui imitent l'ardoise, en particulier par leur épaisseur. La plaque, souvent de forme rectangulaire, peut présenter une ou plusieurs entailles qui séparent l'élément en jupes, généralement au nombre de trois. Ces entailles donnent le dessin de la couverture.

Dispositions constructives

Les bardeaux sont constitués par (a) :
- une ou plusieurs armatures en fibre de verre ;
- une masse d'enrobage de l'armature composée d'un mélange de bitume et de charges minérales (silice ou craie) ;
- une protection de la face exposée aux intempéries, constituée d'une couche de granulés d'origine minérale de différentes couleurs ou de paillettes d'ardoise naturelle.

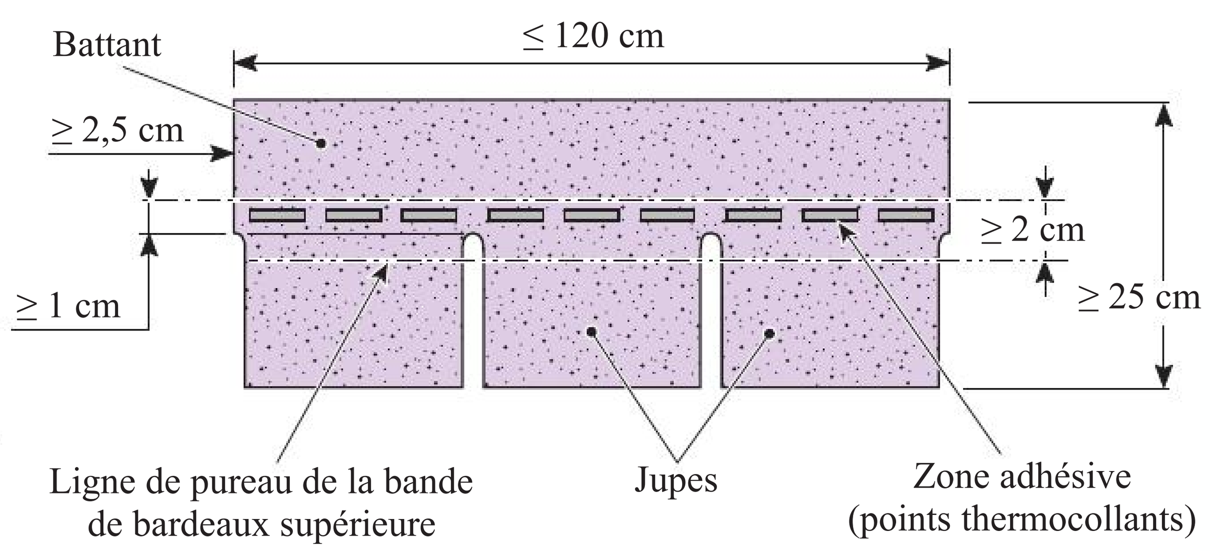
Les bardeaux présentent des dimensions et des caractéristiques standard : taille des jupes, position de la zone adhésive, position des entailles, etc.) (b).



a Constitution et principales formes des bardeaux



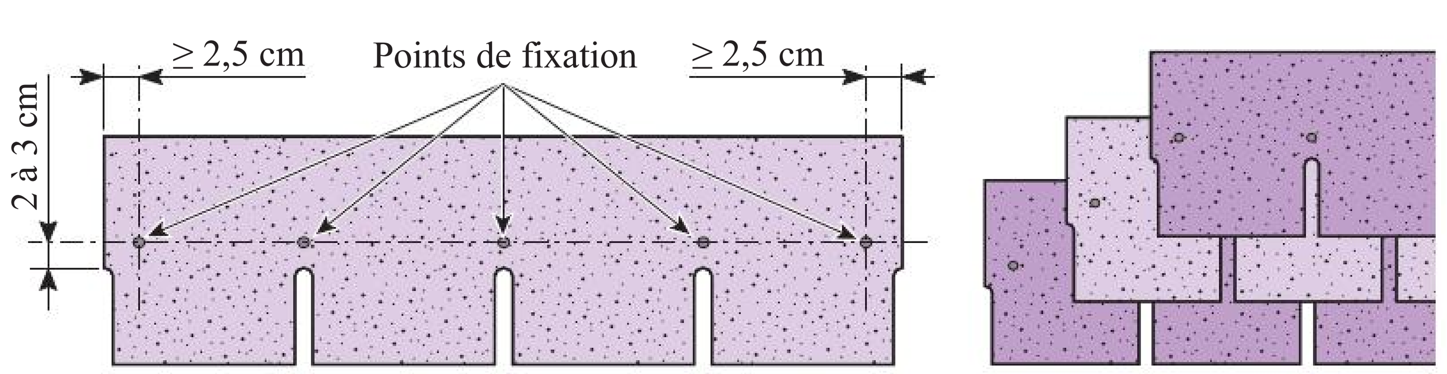
Exemple de couverture en bardeaux bitumés



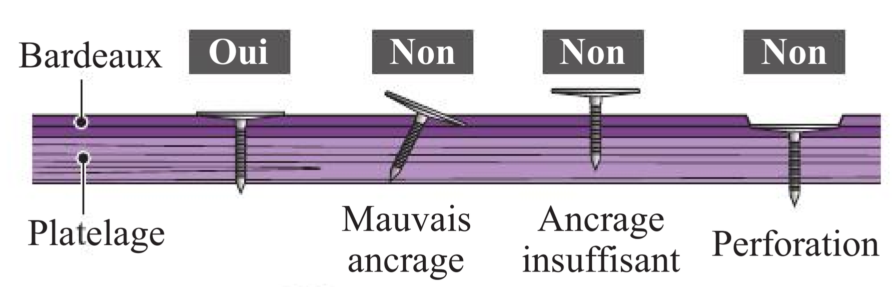
b Dimensions et vocabulaire

Fixations

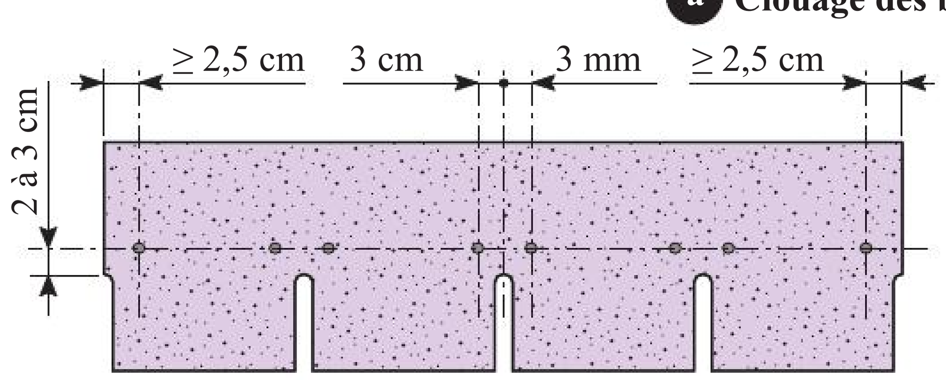
La fixation des bardeaux bitumés est assurée à la fois par clouage des bardeaux au support et par collage des éléments entre eux.
Le bardeau est fixé par une pointe à chaque encoche et à chaque extrémité. Les pointes sont placées à environ 2,5 cm au-dessus des encoches et traversent deux épaisseurs de bardeaux (a), elles assurent la fixation du bardeau sans le perforer (b). Sur les toitures dont la pente est supérieure à 20 %, les fixations sont renforcées par un clou supplémentaire au droit de chaque encoche (c). Le collage en partie courante est assuré par :
- l'autocollage des jupes des bardeaux s'ils ont des points de colle préfabriqués ;
- ou de la colle rapportée sur les têtes de clous dans le cas contraire (d).



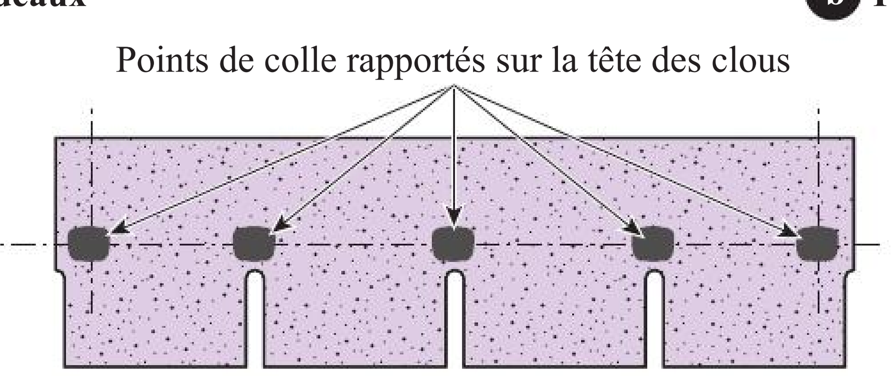
a Clouage des bardeaux



b Position des fixations



c Clouage sur très fortes pentes

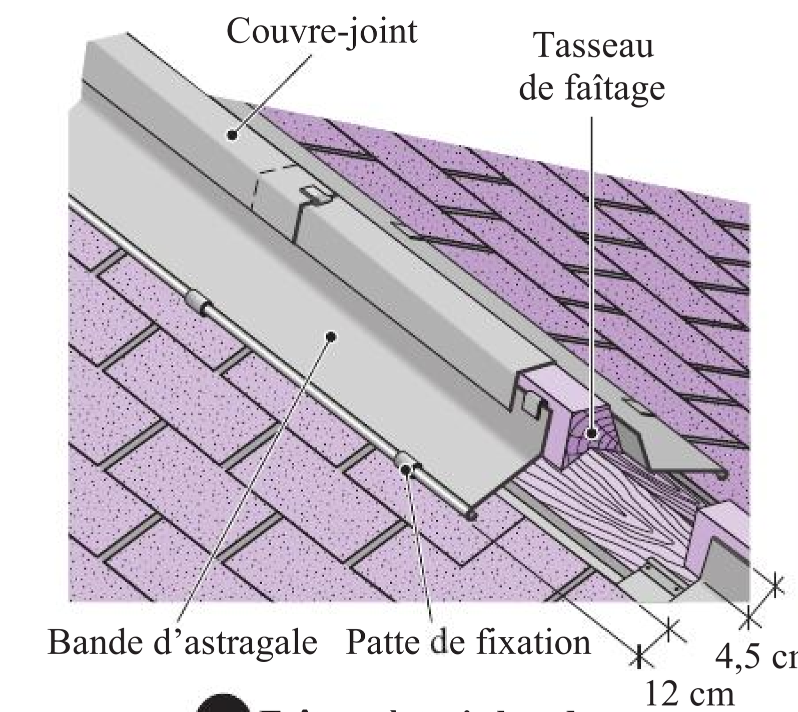


d Bardeaux sans points de colle préfabriqués

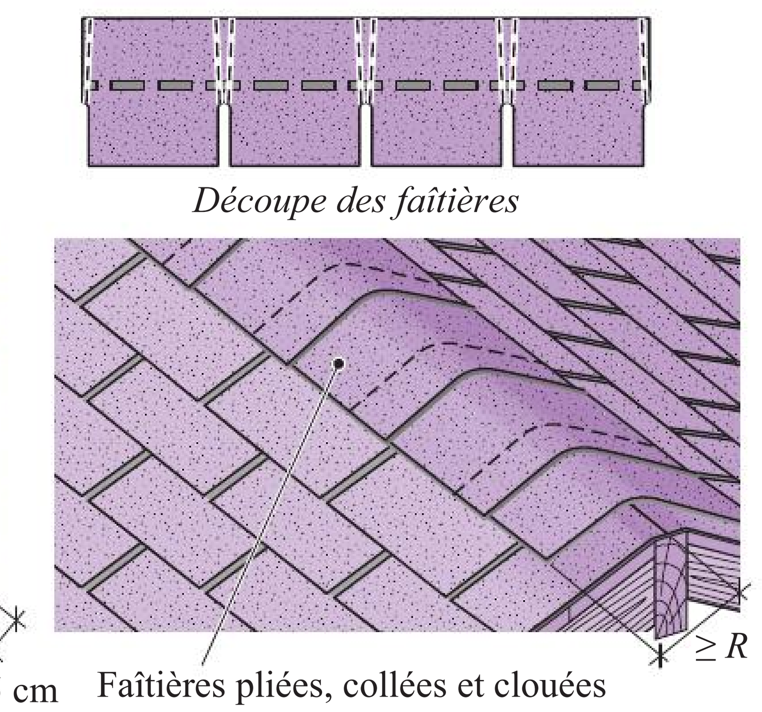
Les colles à utiliser sont préconisées par le fabricant des bardeaux. Elles doivent être appliquées sans humidité et s'étaler par simple pression manuelle exercée sur l'élément à coller.

Faîtages et égouts

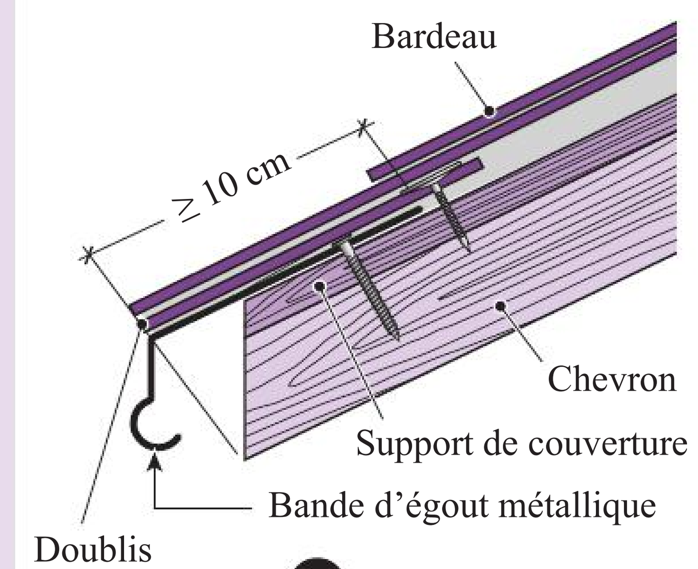
Les faîtages à deux versants sont réalisés, soit par trois bandes métalliques (a) avec deux bandes d'astragale placées de chaque côté d'un tasseau de faîtage et recouvertes par un couvre-joint, soit par des bardeaux bitumés (b), découpés en éléments trapézoïdaux, pliés à chaud et posés à cheval sur le faîtage avec un recouvrement minimal de 5 cm dans le sens opposé à celui des vents de pluies dominants.
L'égout de la couverture est composé d'une bande d'égout métallique à larmier d'une longueur maximale de 1 m, posée et clouée avec un recouvrement minimal de 5 cm entre bandes (c). L'égout est dit « droit » si l'angle formé par la ligne d'égout avec le trait carré du versant est égal à 90° (d). Il est dit « biais » si l'angle formé par la ligne d'égout avec le trait carré du versant est compris entre 90 et 100° (e). La première rangée de bardeaux est posée sur un doublis constitué de plaques dont les jupes sont coupées ou de plaques posées à l'inverse du sens de pose normal.



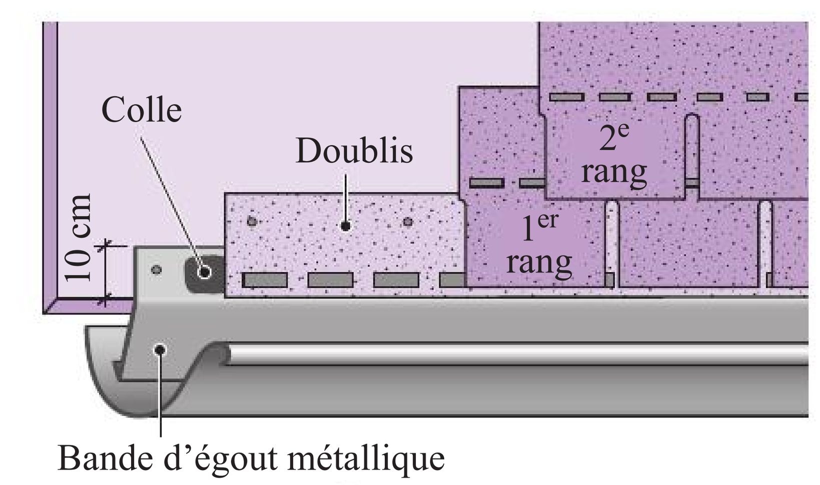
a Faîtage à trois bandes



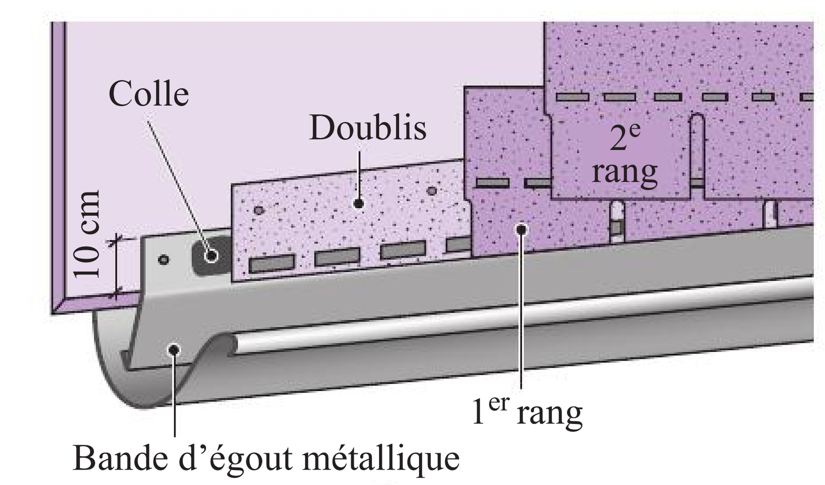
b Faîtage en bardeaux bitumés



c Coupe sur égout



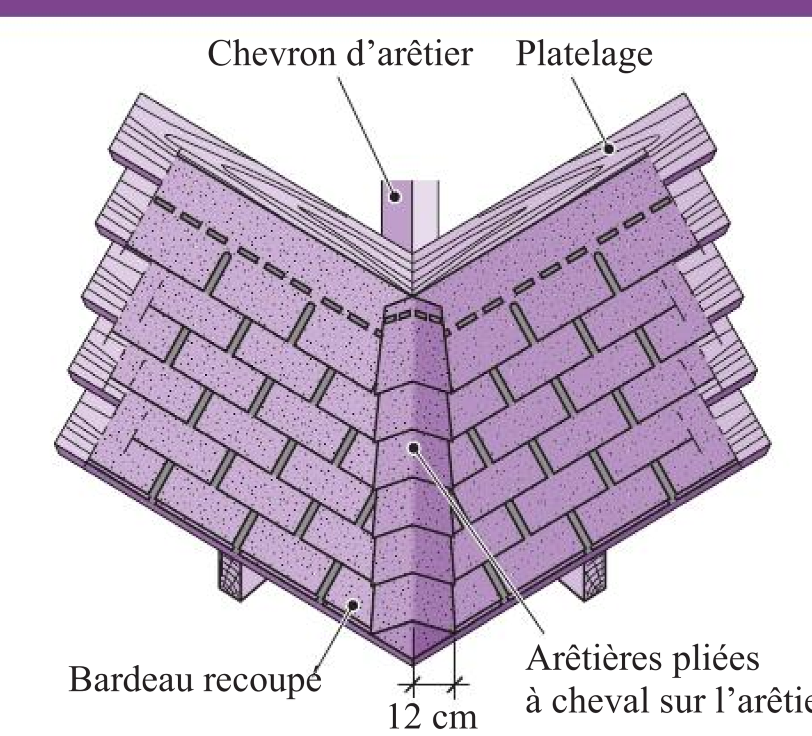
d Égout droit



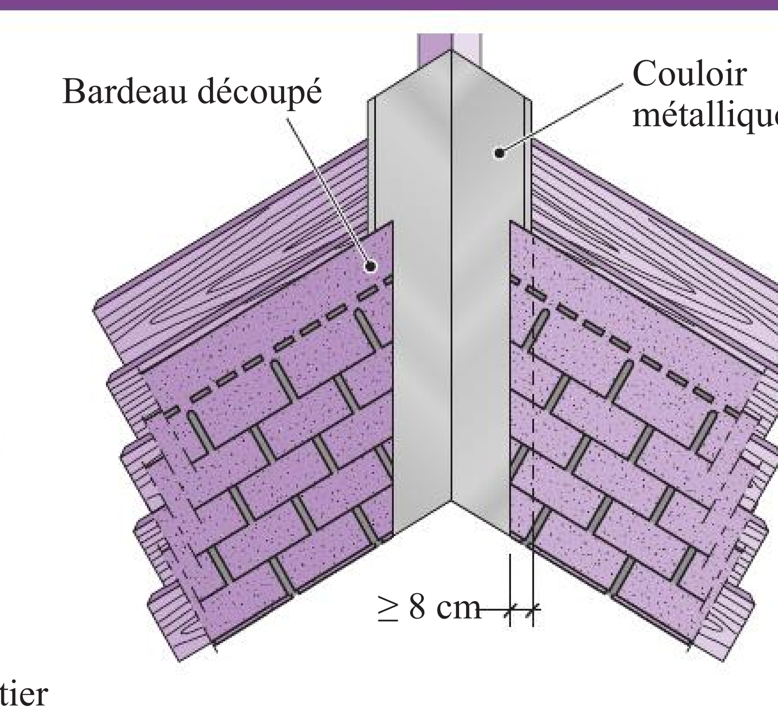
e Égout biais

Arêtiers, noues, rives et pénétrations continues

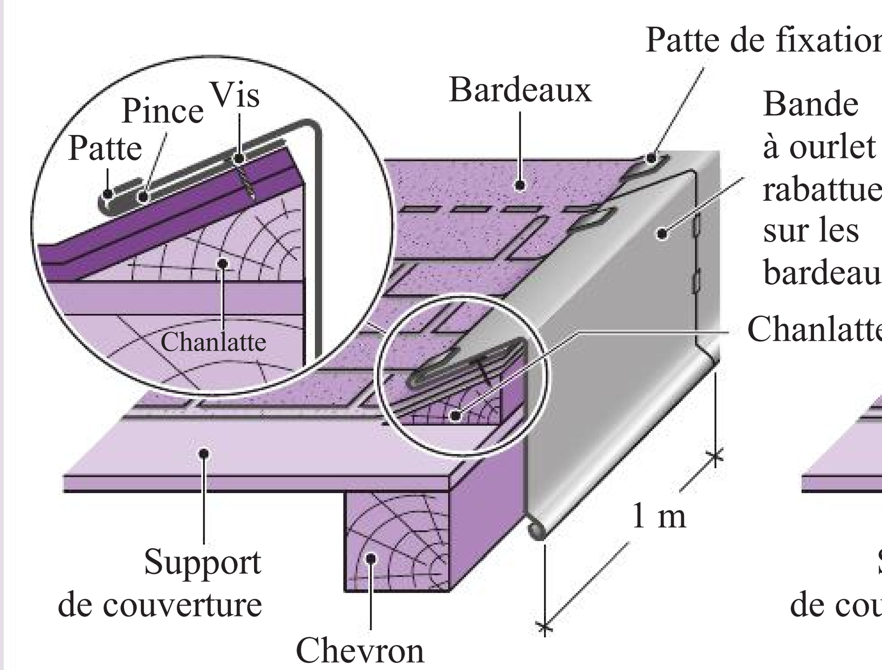
L'arêtier en bardeaux bitumés (a) est constitué d'éléments trapézoïdaux découpés, pliés à chaud, collés entre eux et posés à cheval sur l'arêtier avec un recouvrement minimal de 5 cm dans le sens d'écoulement de l'eau. Deux clous au moins par arêtière assurent sa fixation de part et d'autre de la ligne d'arêtier. Le profilé à pince formant le couloir des noues métalliques (b) est supporté par un voligeage jointif en fond de noue. Le recouvrement des bardeaux sur le métal est d'au moins 8 cm. Les rives latérales droites sont réalisées au moyen d'une bande à ourlet rabattue sur les bardeaux, eux-mêmes relevés par une chanlatte (c) ou au moyen d'un profilé métallique de rive préfabriqué (d). Le raccordement au droit d'une pénétration continue est assuré par des noquets sur lesquels les bardeaux sont collés et par une bande de recouvrement porte-solin (e).



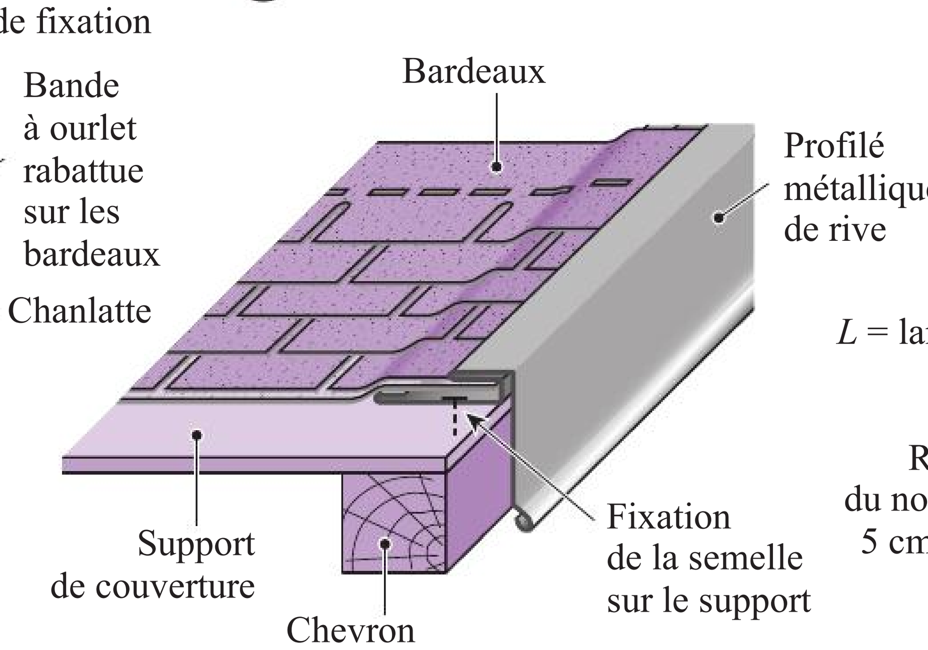
a Arêtier en bardeaux pliés à chaud



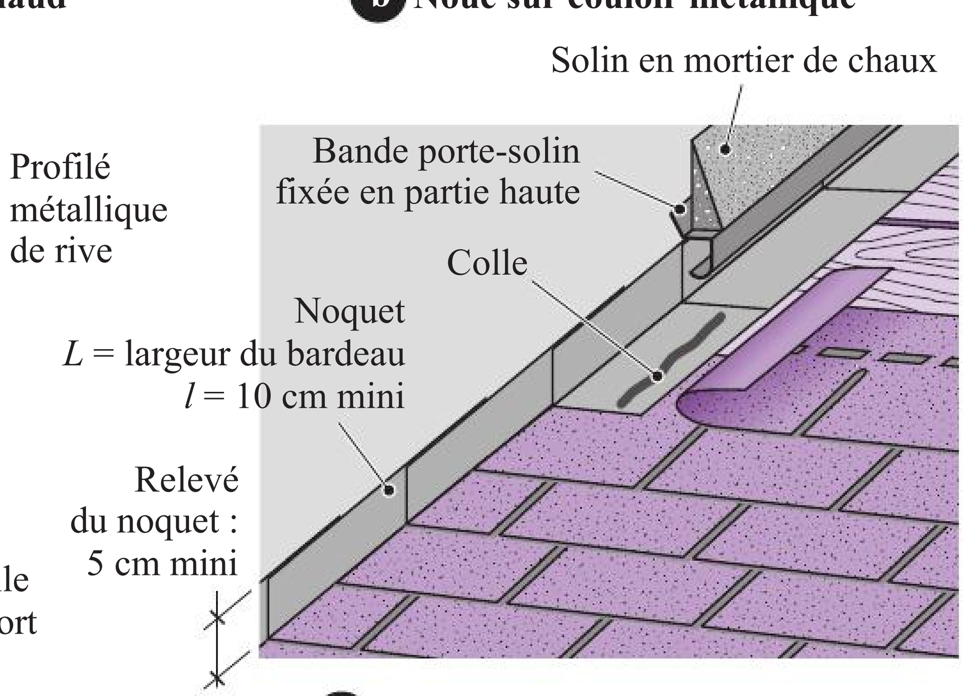
b Noue sur couloir métallique



c Bardeaux relevés sur chanlatte



d Profilé métallique de rive préfabriqué



e Raccord sur pénétration continue

Comment ça marche

Couverture en plaques de fibres-ciment

Les couvertures en plaques constituées de tôles ondulées de fibres-ciment sans amiante sont posées directement sur les pannes des charpentes métalliques ou en bois, les nervures suivant le sens de la plus forte pente ; elles ne participent pas à la stabilité du bâtiment. Le recouvrement des plaques assure l'étanchéité à l'eau. Les recouvrements doivent être opposés aux vents dominants et au sens d'écoulement des eaux : ils déterminent ainsi l'ordre de pose des plaques.

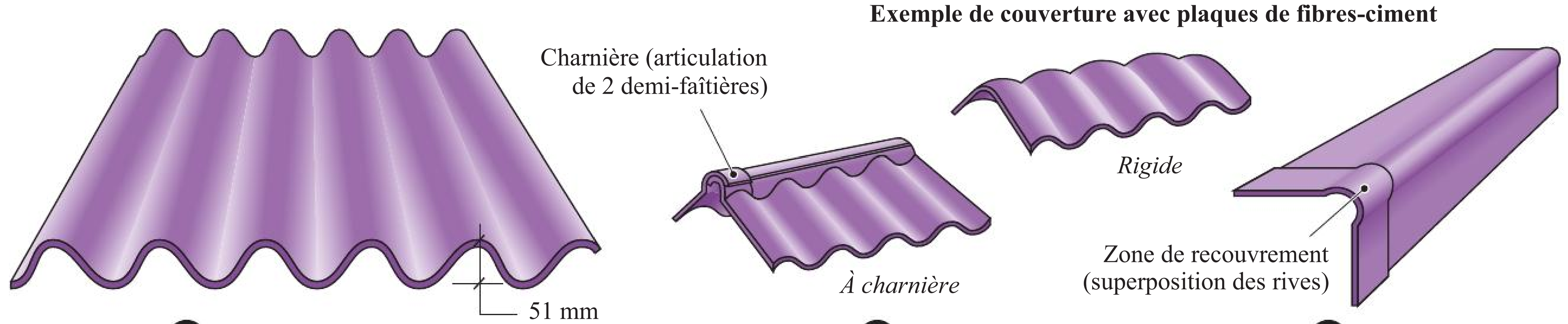
Dispositions constructives

Les plaques de tôles ondulées de fibres-ciment sans amiante (a) sont renforcées de feuillards en polypropylène, incorporés au niveau de chaque onde ; ils assurent un rôle de retenue en cas de rupture accidentelle d'une plaque.
Les surfaces d'appui minimales des plaques dépendent des types d'ossatures :
- ossatures métalliques : appui minimal de 40 mm ;
- ossatures en bois : largeur minimale d'appui de 65 mm, hauteur minimale sous appui de 75 mm ;
- ossatures en béton : poutre en bois de 65 × 75 mm correctement ancrée.

La direction des ondes des plaques est parallèle à la ligne de la plus grande pente du toit. La pose s'effectue par rangées successives, de l'égout vers le faîtage. Les plaques sont fixées sur les pannes de la charpente en sommet d'onde ; elles doivent reposer sur deux ou trois appuis. Des accessoires en fibres-ciment permettent la mise en œuvre des faîtages (b), rives (c), raccords de murs, égouts, etc.



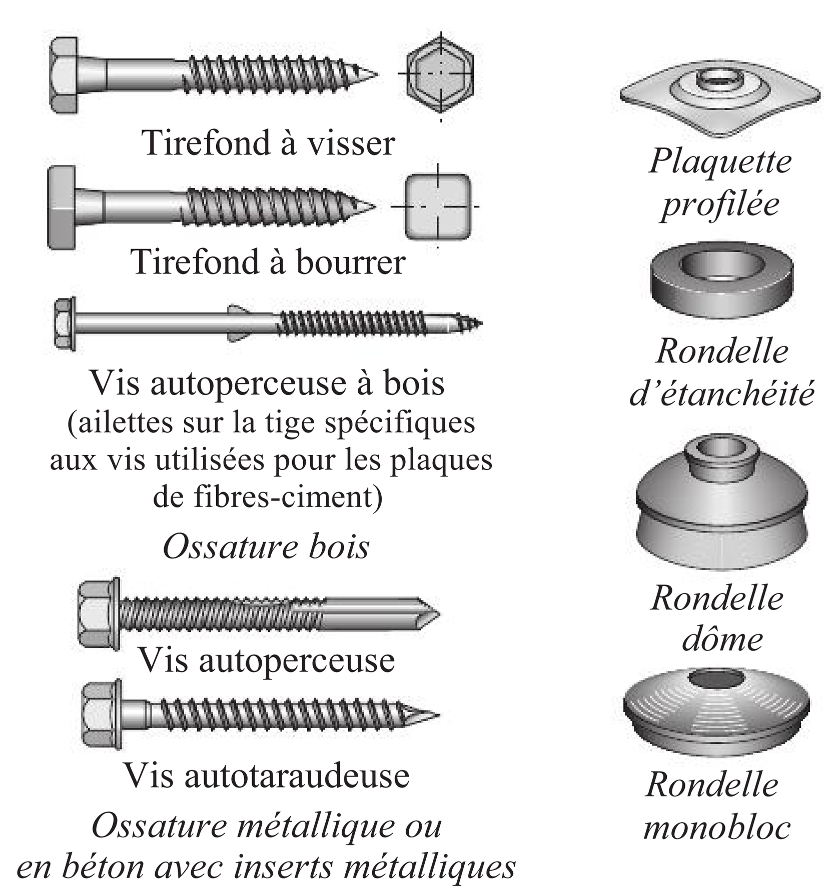
Exemple de couverture avec plaques de fibres-ciment



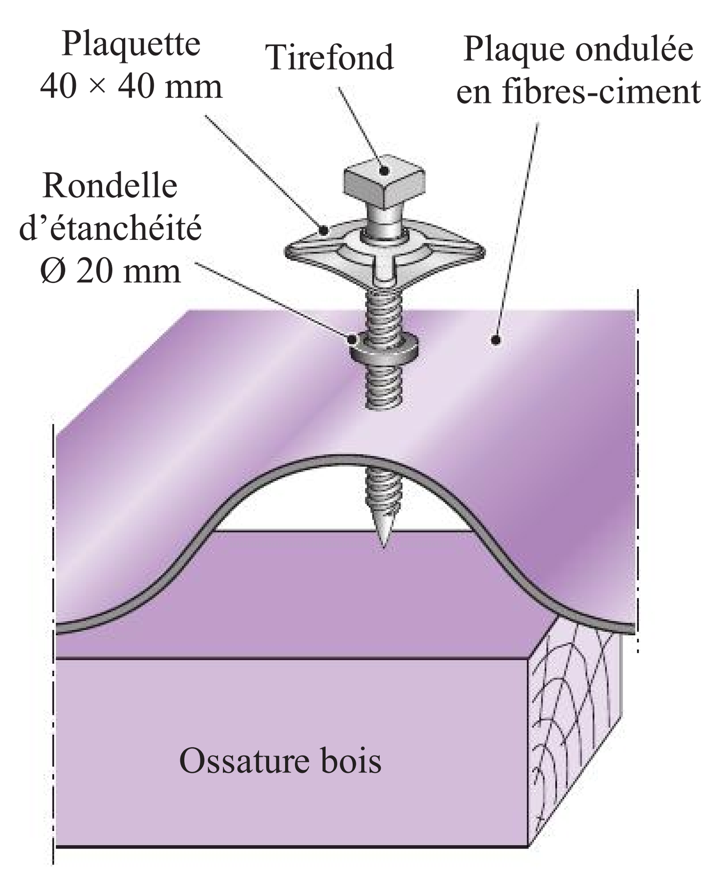
a Tôle de fibres-ciment **b Faîtières** **c Rives latérales**

Fixation des plaques

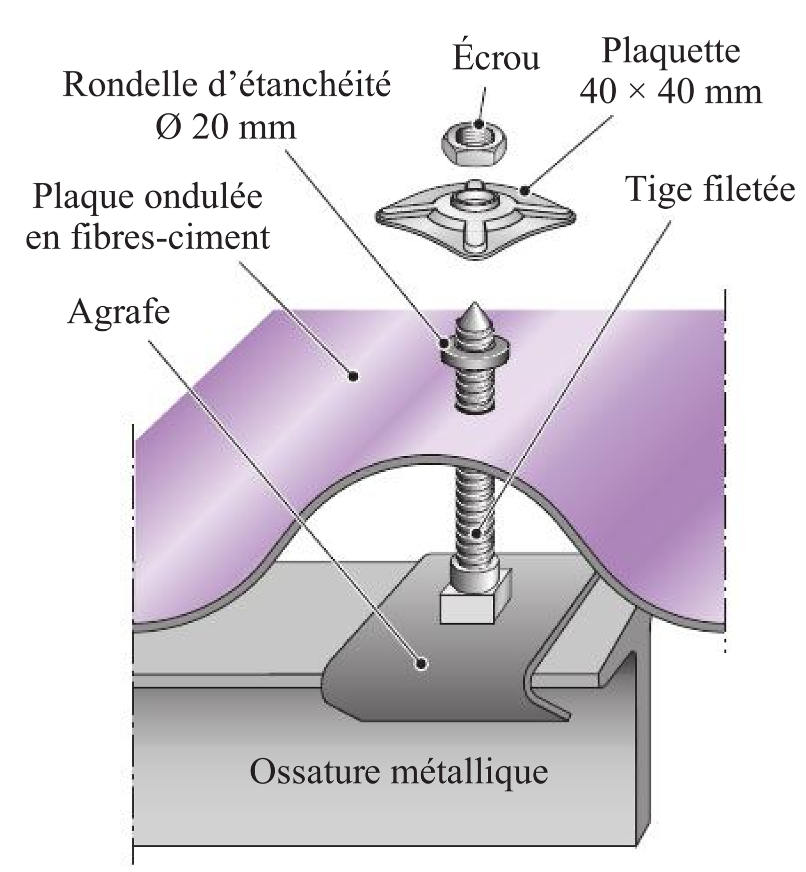
La fixation des plaques en fibres-ciment par tirefonds ou par boulons se fait en sommet d'onde afin qu'elle soit la plus éloignée possible de la circulation d'eau. Une rondelle d'étanchéité, écrasée par une rondelle ou une plaquette d'appui, assure l'étanchéité de la fixation. Tous les éléments de fixation doivent être protégés contre la corrosion.



Fixations, rondelles d'appui et d'étanchéité



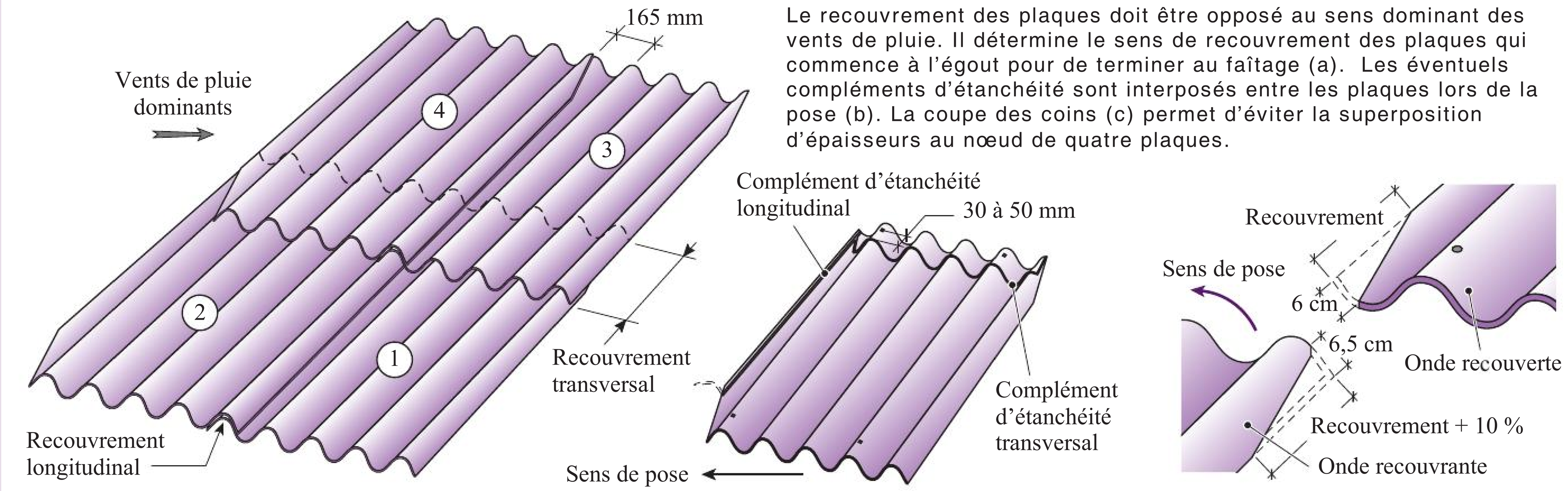
Fixation par tirefond et plaquette



Fixation par agrafe et plaquette

Recouvrement et sens de pose des plaques

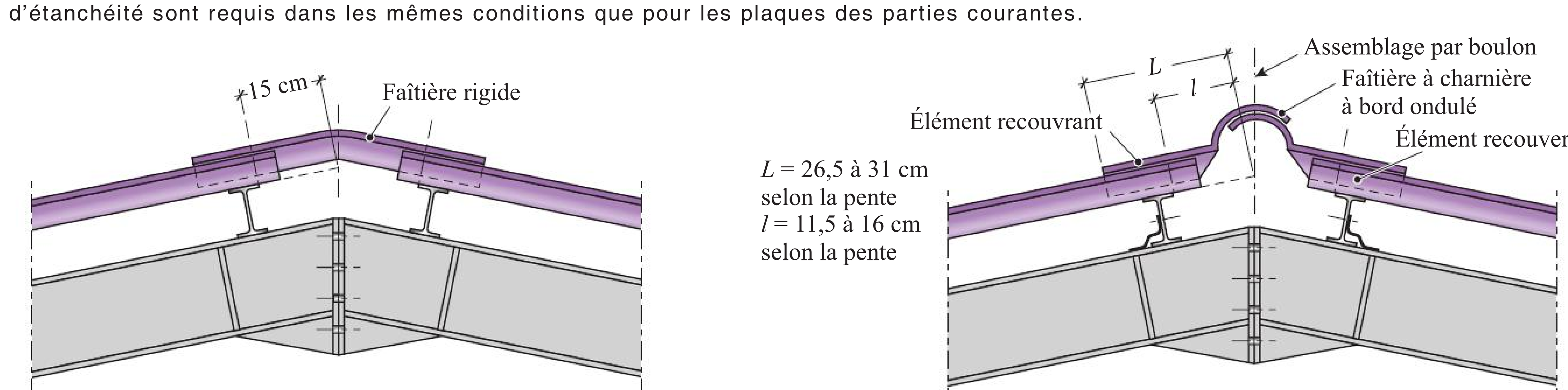
Le recouvrement des plaques doit être opposé au sens dominant des vents de pluie. Il détermine le sens de recouvrement des plaques qui commence à l'égout pour de terminer au faîtage (a). Les éventuels compléments d'étanchéité sont interposés entre les plaques lors de la pose (b). La coupe des coins (c) permet d'éviter la superposition d'épaisseurs au nœud de quatre plaques.



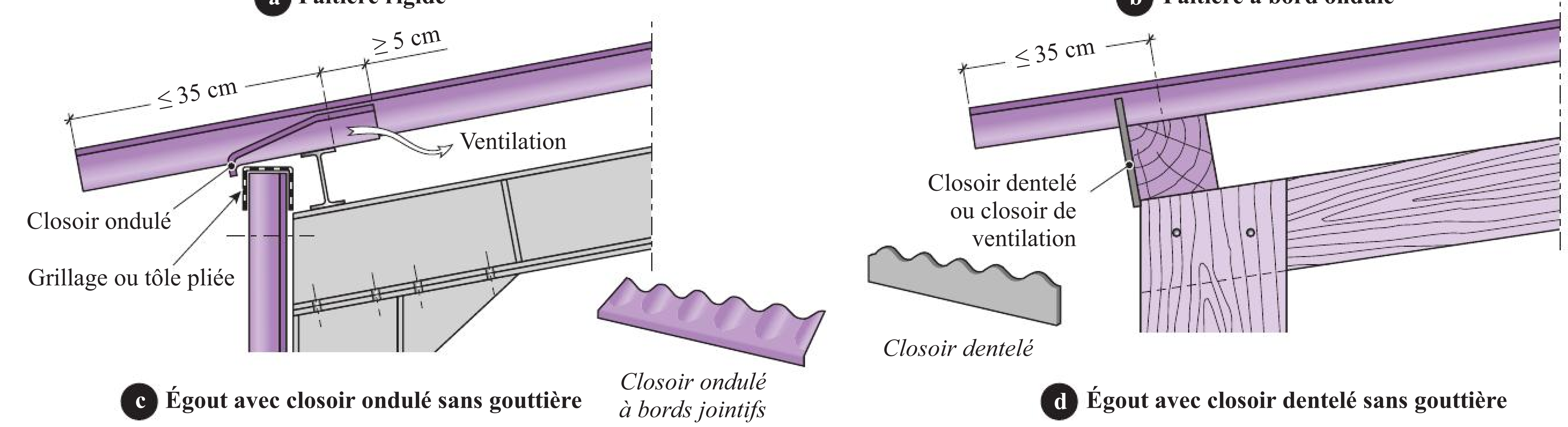
a Sens de pose et recouvrement des plaques **b Compléments d'étanchéité** **c Coupe des coins**

Points singuliers

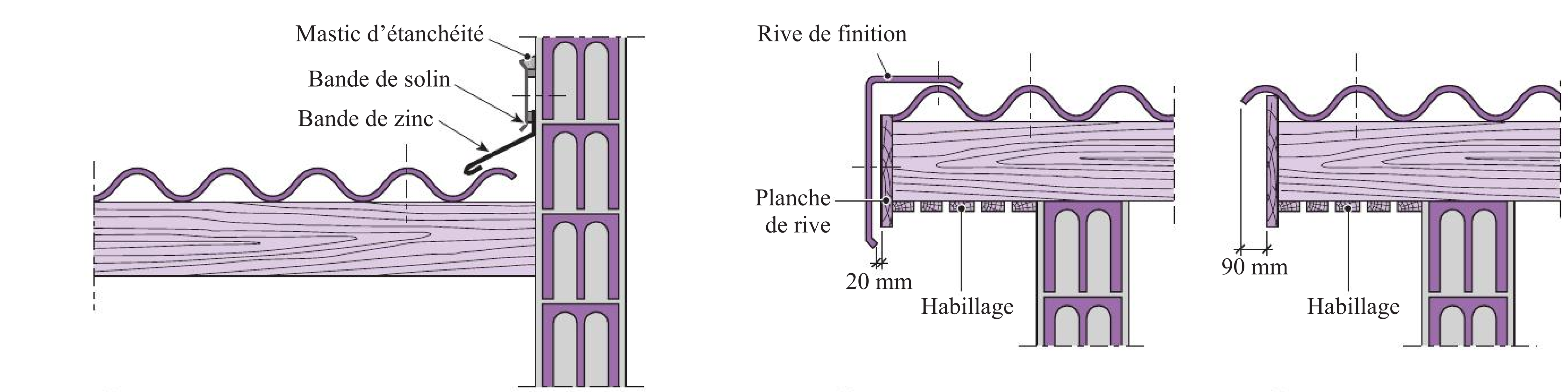
Les points singuliers (faîtages (a) et (b), égouts (c) et (d), rives à solin sur mur (e) ou latérales (f) et (g), etc.) sont mis en œuvre au moyen d'accessoires ondulés ou dentelés ou de bandes métalliques. Ces accessoires sont fixés en deux points sur chaque panne ; les compléments d'étanchéité sont requis dans les mêmes conditions que pour les plaques des parties courantes.



a Faîtière rigide **b Faîtière à bord ondulé**



c Égout avec closoir ondulé sans gouttière **d Égout avec closoir dentelé sans gouttière**



e Rive à solin sur mur (pénétration continue) **f Rive latérale à rive de finition** **g Rive latérale débordante**

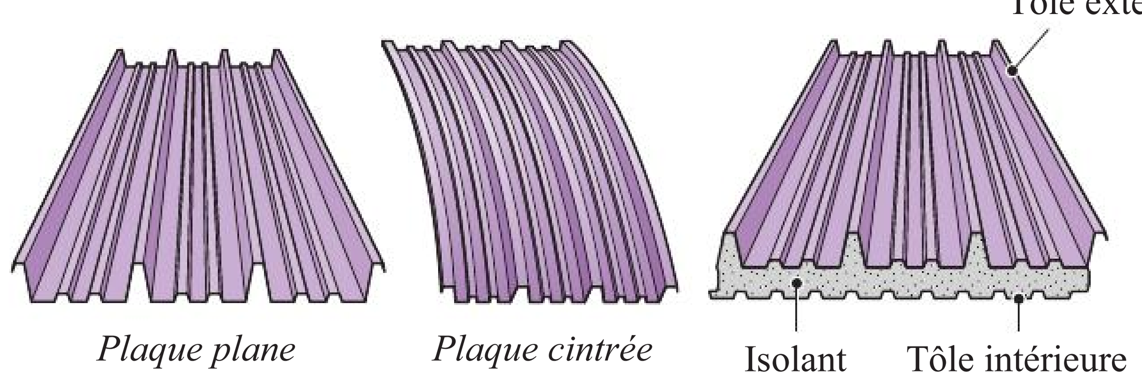
Couverture en tôles métalliques

Comment ça marche

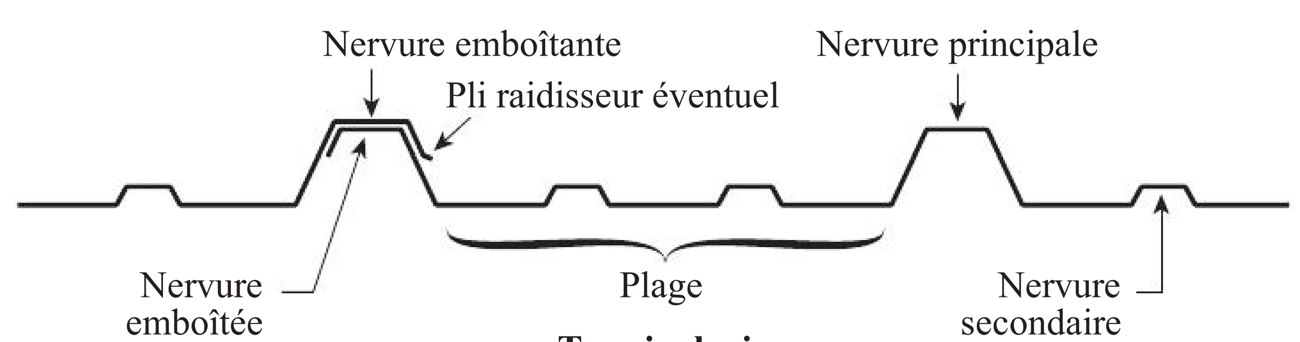
Les couvertures sèches sont généralement constituées de plaques de tôle métallique nervurée, posées directement sur une charpente métallique ou en bois. Elles assurent l'étanchéité à l'eau et l'imperméabilité à l'air mais ne participent pas à la stabilité du bâtiment. Pour garantir l'étanchéité à l'eau, les recouvrements des plaques doivent être opposés aux vents dominants et au sens d'écoulement des eaux ce qui détermine donc l'ordre de pose des plaques.

Dispositions constructives

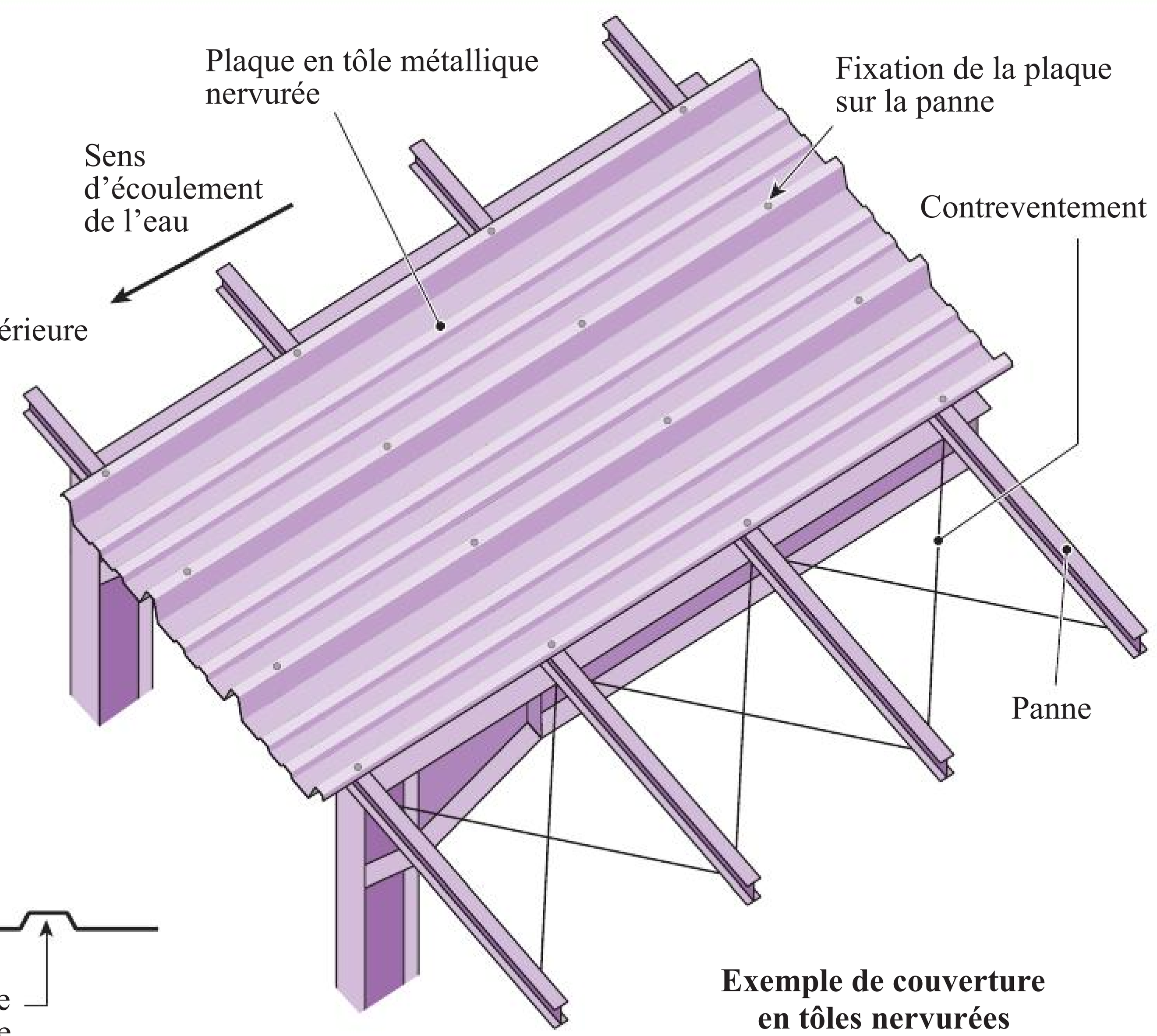
Les plaques métalliques nervurées (a) peuvent être en acier galvanisé ou en aluminium, prélaqué ou non. Elles s'appuient sur des pannes, les nervures positionnées selon le sens de la plus forte pente. Les panneaux sandwichs isolants (b) sont composés de deux tôles métalliques nervurées séparées par un isolant (généralement en polyuréthane). Les fixations doivent résister aux efforts de soulèvement dûs au vent et transmettre une partie des charges aux pannes. Le poids de la neige doit être pris en compte dans les régions concernées.



a Tôles métalliques nervurées   b Panneau sandwich



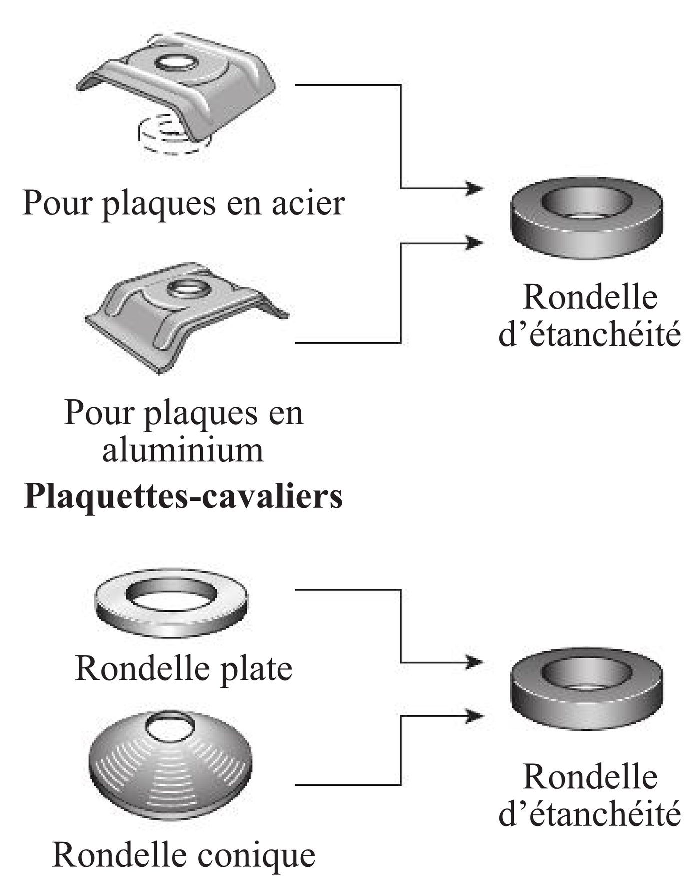
Terminologie



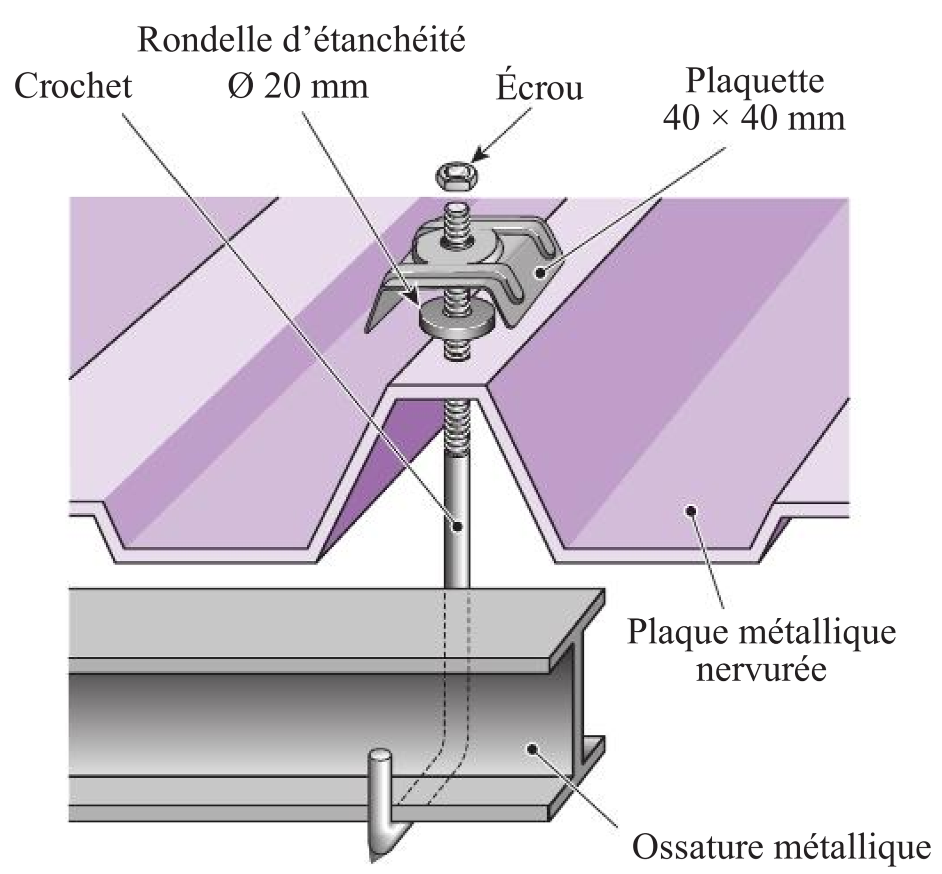
Exemple de couverture en tôles nervurées sur charpente métallique

Fixation des plaques métalliques nervurées

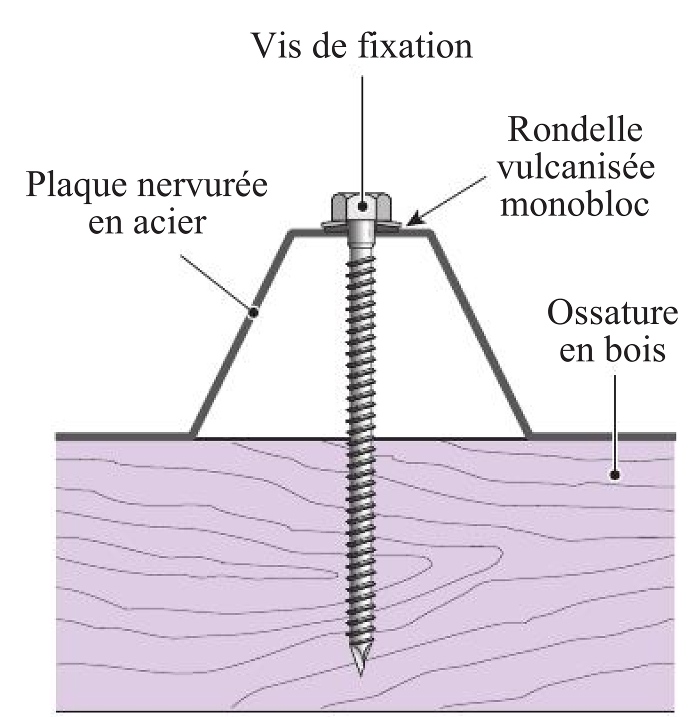
La fixation des plaques métalliques nervurées par vis ou par boulons se fait en sommet de nervure principale afin qu'elle soit la plus éloignée possible de la circulation d'eau. Une rondelle d'étanchéité, écrasée par une rondelle ou un cavalier d'appui, assure l'étanchéité de la fixation. Tous les éléments de fixation doivent être protégés contre la corrosion.



Rondelles d'appui et d'étanchéité



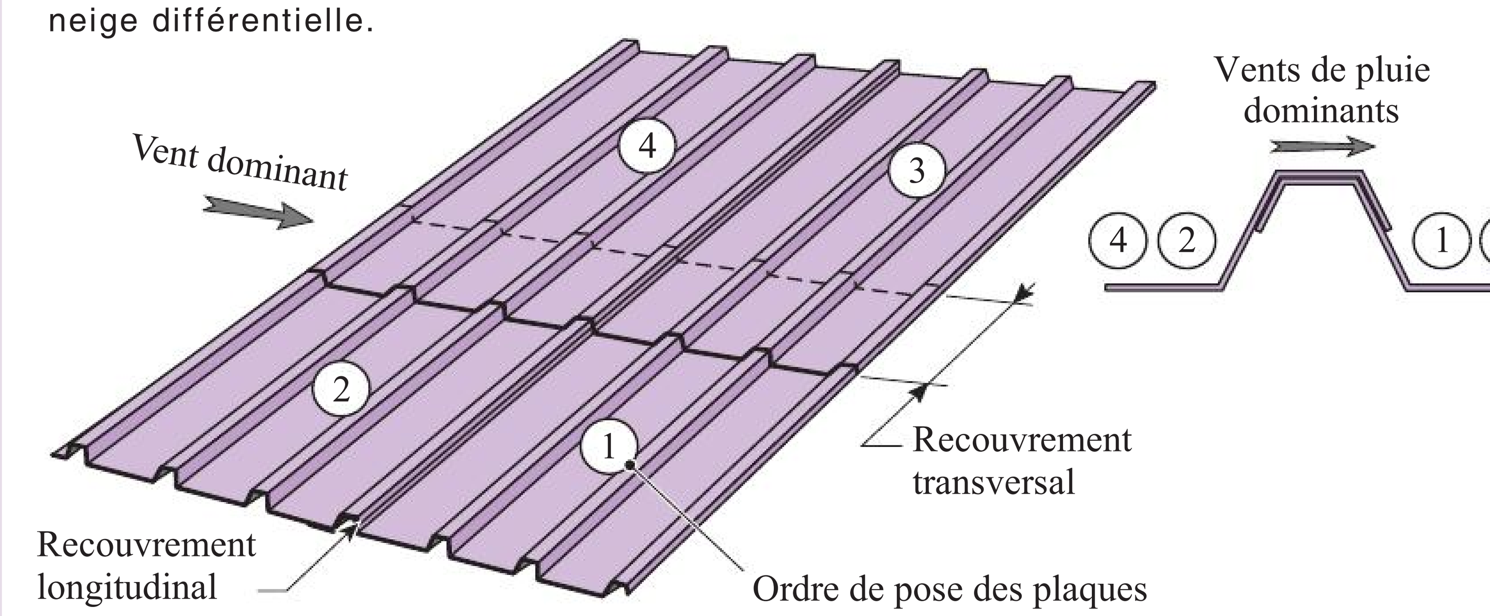
Fixation par boulon-crochet sur support métallique



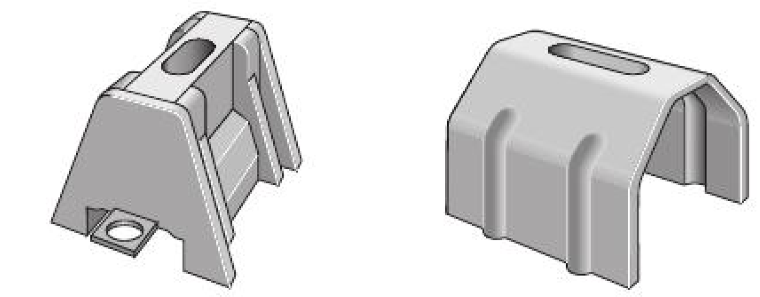
Fixation par vis sur support en bois

Recouvrement et sens de pose des plaques

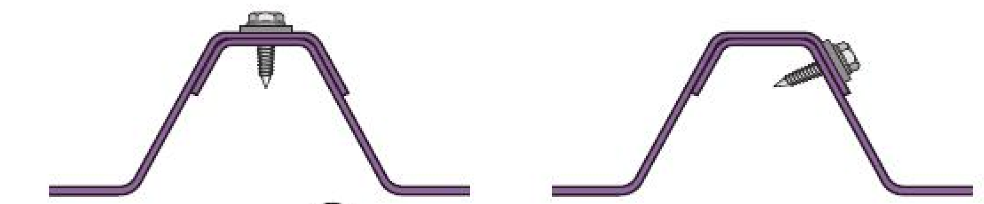
L'étanchéité à l'eau est assurée par le recouvrement des plaques dont la valeur est donnée par le fabricant (a). Le recouvrement longitudinal est réalisé par la superposition des rives latérales des plaques. Le recouvrement transversal évite la remontée de l'eau par capillarité. Les pontets (b) permettent de soutenir la fixation en sommet de nervure des plaques sans pied d'onde, en rive de bâtiment par exemple. Le couturage des plaques (c) apporte une rigidité longitudinale et évite le bâillement des plaques dû à des rafales de vent ou à une charge de neige différentielle.



a Recouvrement des plaques métalliques nervurées



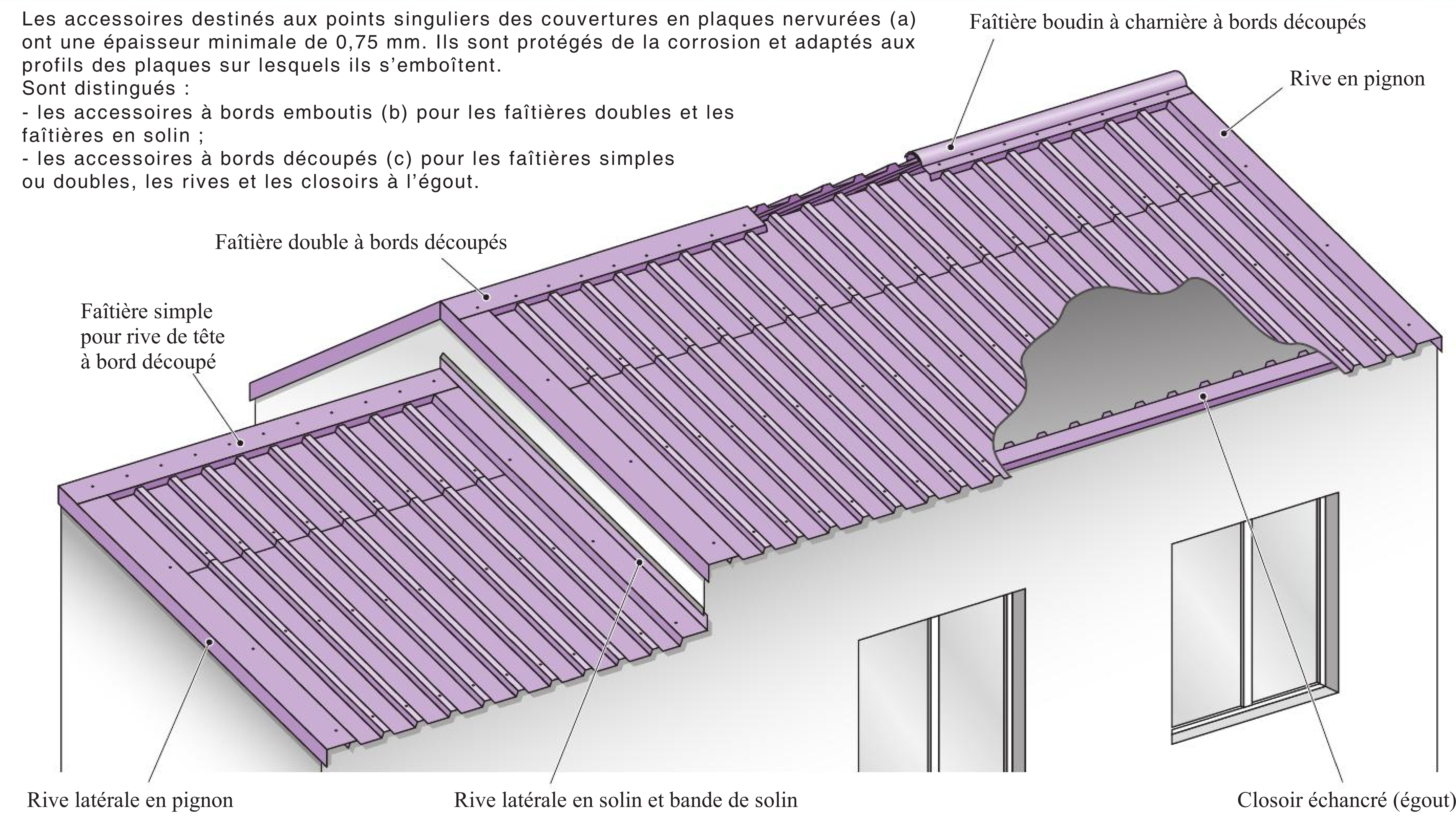
b Pontets placés sous les nervures des plaques



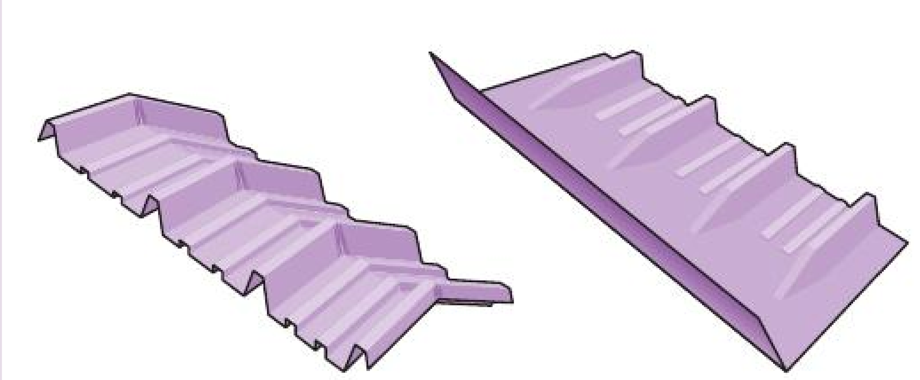
c Couturage des plaques

Accessoires de mise en œuvre

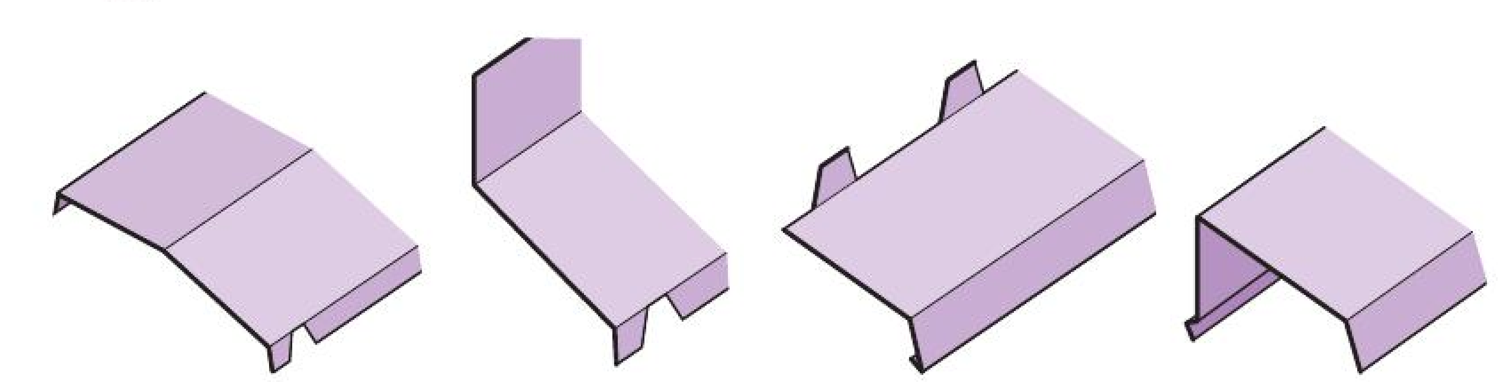
Les accessoires destinés aux points singuliers des couvertures en plaques nervurées (a) ont une épaisseur minimale de 0,75 mm. Ils sont protégés de la corrosion et adaptés aux profils des plaques sur lesquels ils s'emboîtent.
Sont distingués :
- les accessoires à bords emboutis (b) pour les faîtières doubles et les faîtières en solin ;
- les accessoires à bords découpés (c) pour les faîtières simples ou doubles, les rives et les closoirs à l'égout.



a Accessoires de mise en œuvre



b Accessoires à bords emboutis



c Accessoires à bords découpés

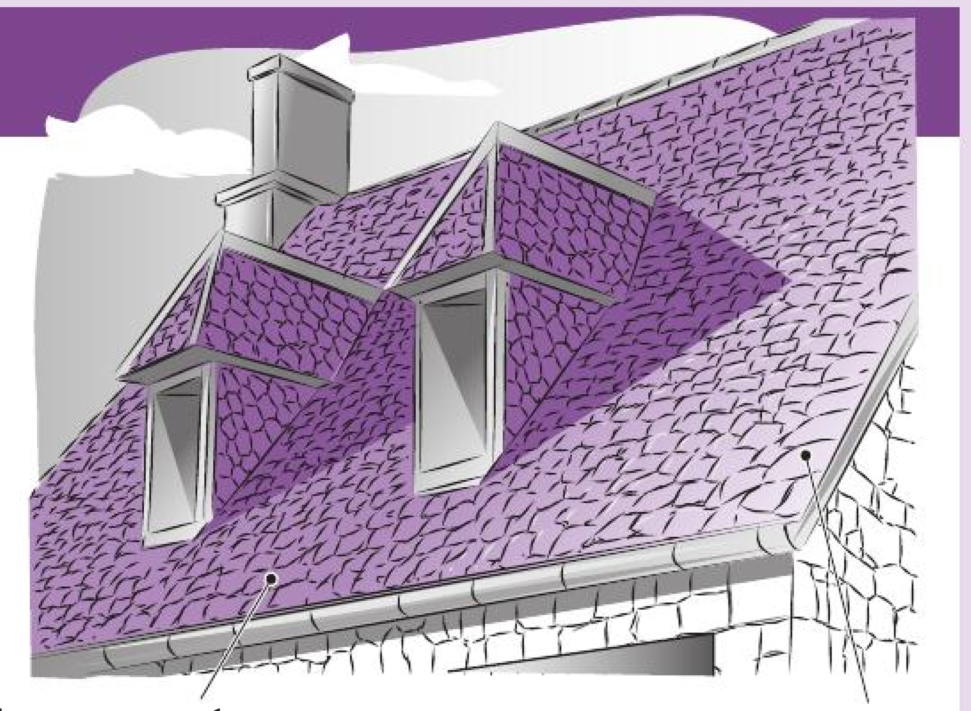
Comment ça marche

Couverture en lauzes

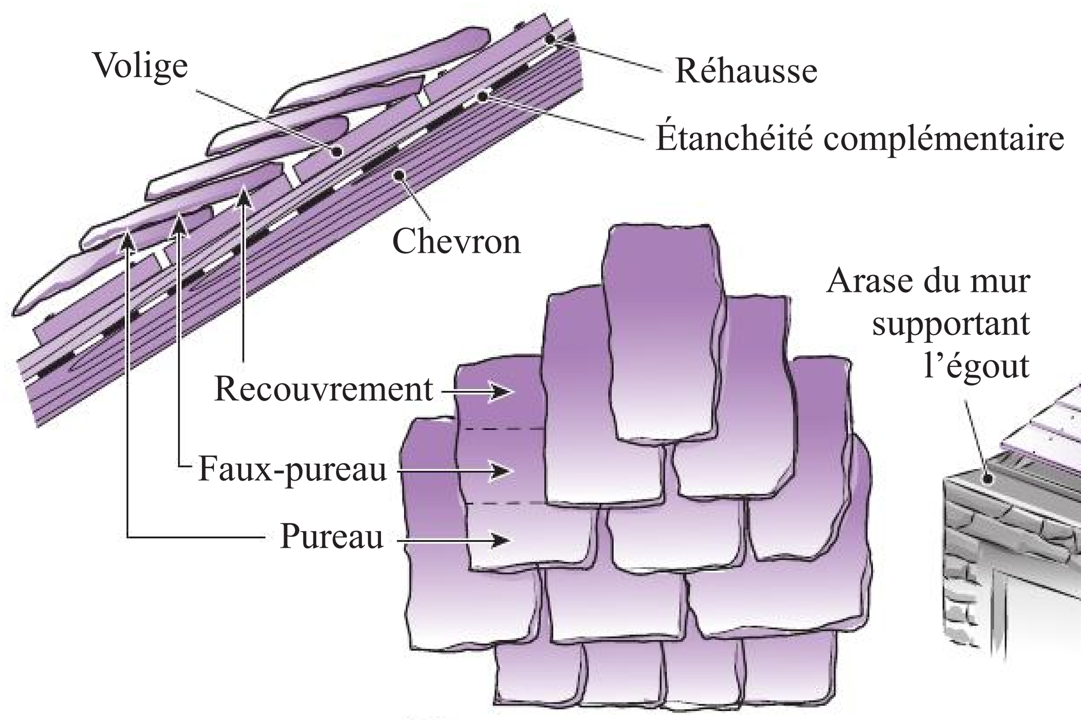
Les lauzes sont des plaques de schiste peu feuilletables et relativement épaisses. Elles sont utilisées en couverture dans les Alpes, le Massif central, dans le Roussillon, le Cotentin ainsi qu'en Bretagne et en Corse. Leur forme peu régulière, propice aux infiltrations d'eau ou de neige, implique la mise en place d'une étanchéité complémentaire.

Dispositions constructives

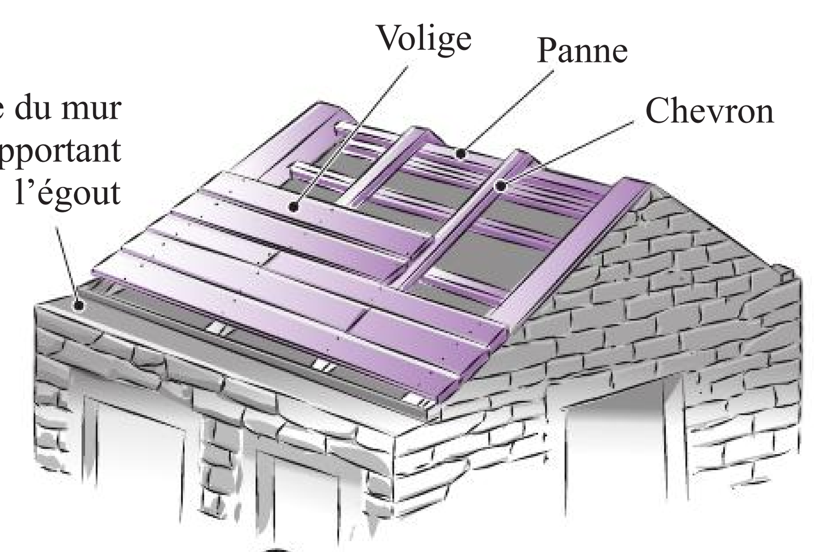
Le support en voliges ou en lattis (a) et (b) doit être adapté au poids particulièrement important des lauzes (150 à 200 kg/m²). La pose peut être chevillée, clouée (c) ou scellée avec une couche d'argile ou de mortier de chaux interposée entre la volige et le schiste. Sont distinguées :
- les plaques irrégulières posées en charge sur une pente de 15 à 20° : les lauzes sont soit posées à sec, maintenues grâce à leur poids et là la faible inclinaison de la toiture, soit scellées au mortier ;
- les plaques régulières posées sur une pente de 45 à 60° : les lauzes sont percées sur leur partie haute et fixées au moyen de clous en cuivre, en acier galvanisé ou inoxydable sur un support en voliges, ou au moyen de chevilles en bois sur un support en lattis.



Couverture en lauzes



a Lauzes

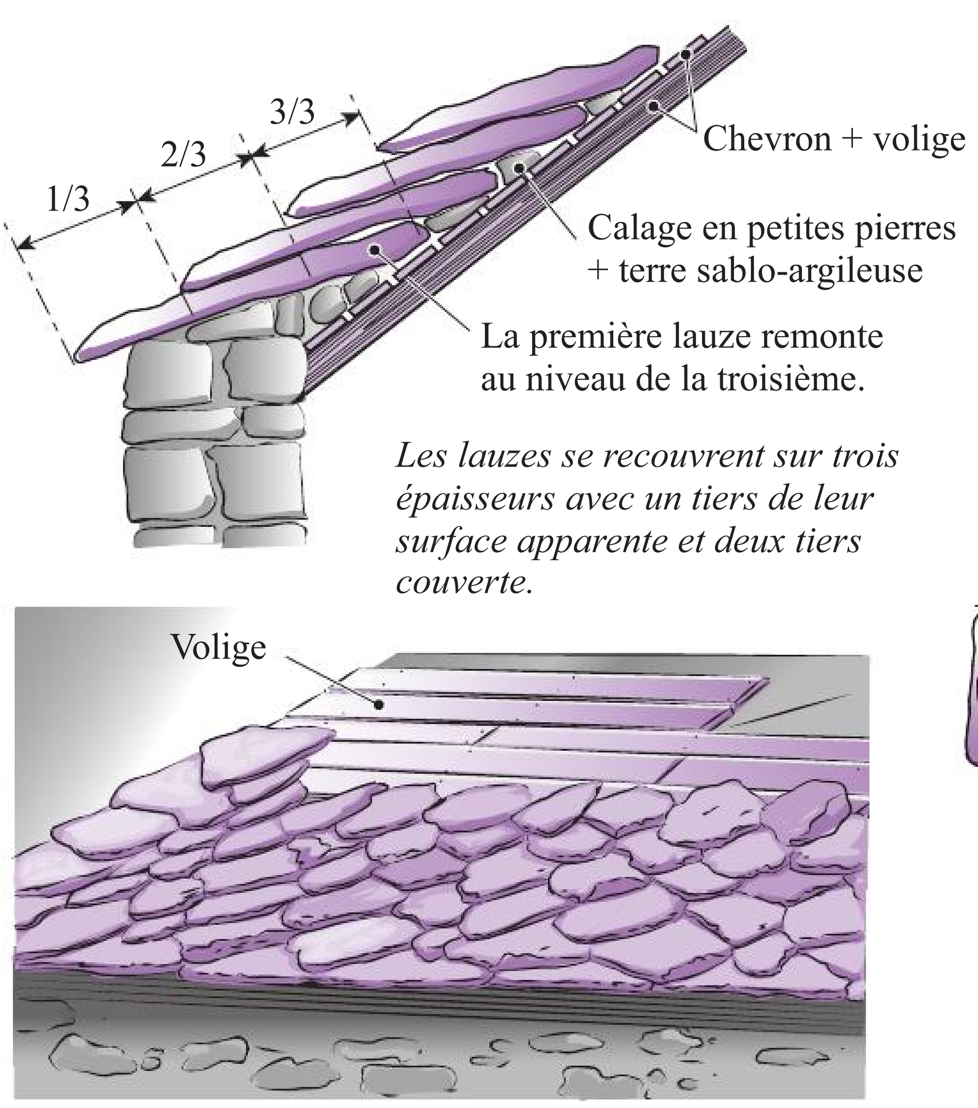


b Support en voliges

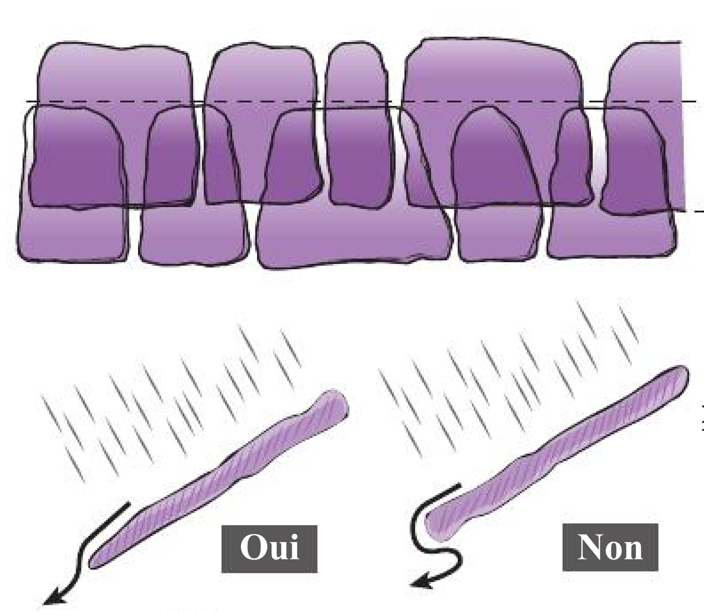

c Pose clouée

Égouts

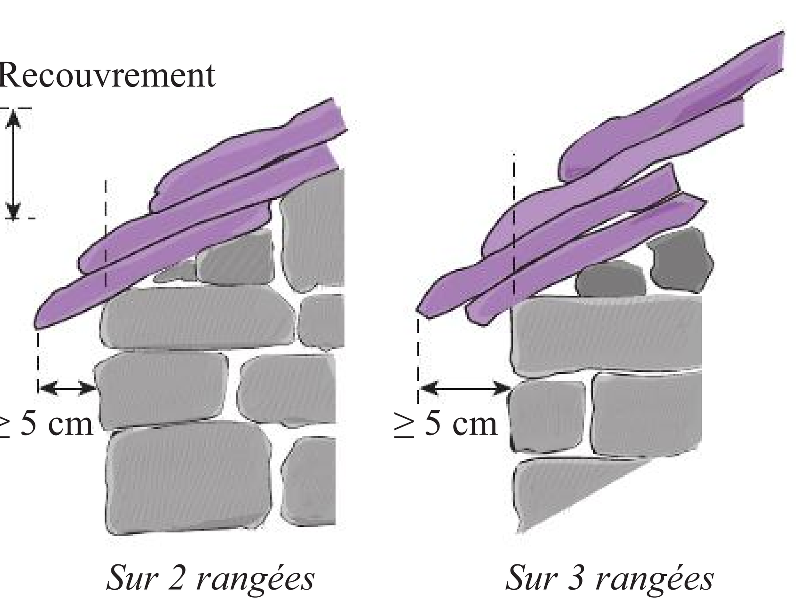
L'égout est réalisé avec les lauzes les plus larges (a). Les premières rangées prennent appui sur le mur sur lequel elles sont scellées, les autres reposant à l'arrière sur le plancher en voliges. Le tri et le calibrage des lauzes est une phase importante de la construction, selon l'adage « qui choisit bien la lauze, pour cent ans la pose » (b). La couverture est posée en bandes discontinues à recouvrement, la bande de lauzes la plus large (60 cm environ) étant située en bas à l'égout ; la largeur des bandes diminue progressivement (de 20 cm environ) jusqu'au faîtage. Le bord inférieur de la lauze doit être émincé pour permettre l'écoulement de la pluie. Au débord d'égout (c), en l'absence d'étanchéité complémentaire et de bande d'égout, l'aplomb de la deuxième rangée doit dépasser du mur pour éviter que l'eau ne pénètre dans le mur au niveau du joint. Une solution esthétique sur trois rangées permet d'augmenter le débord du toit et évite les infiltrations.



a Pose scellée de l'égout



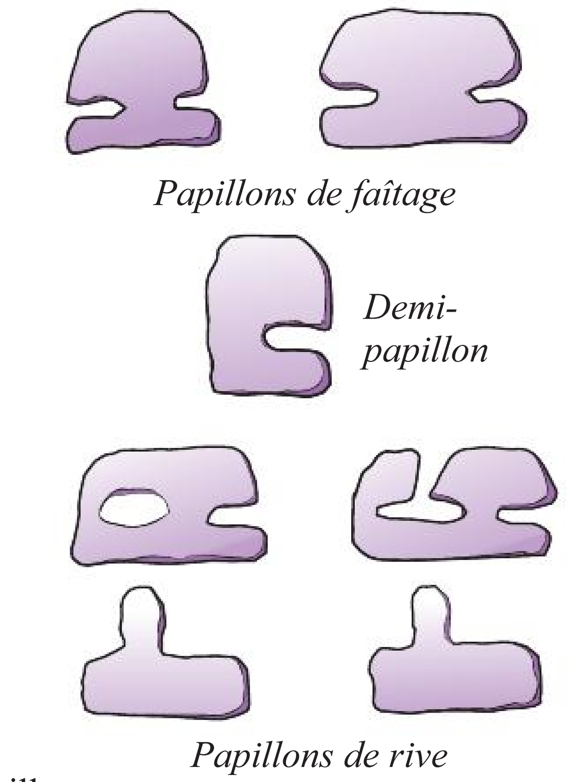
b Taille et recouvrement



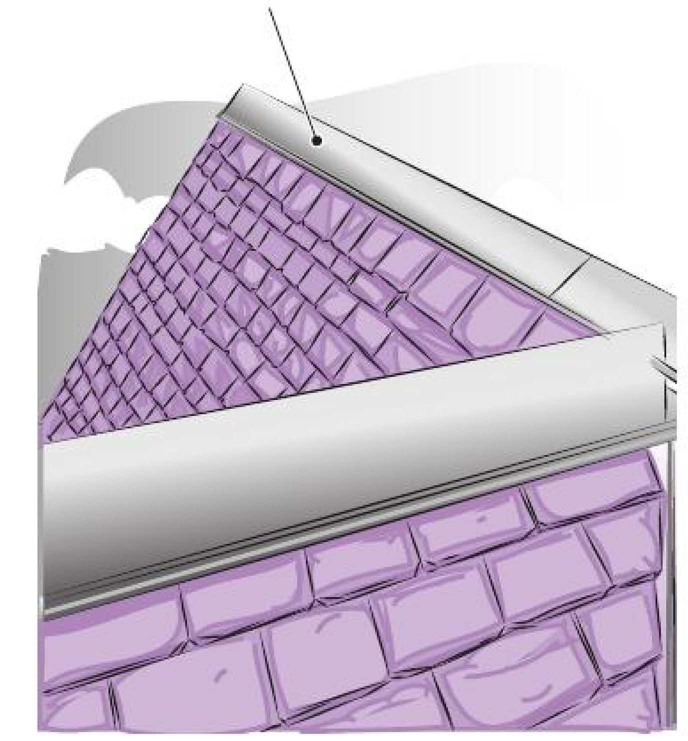
c Débords d'égout

Faîtages et pose en partie courante

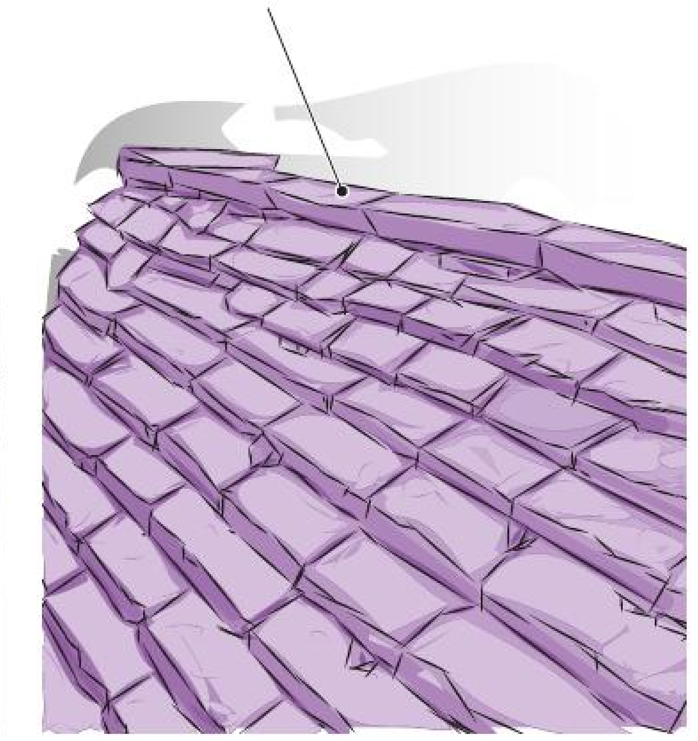
Un faîtage peut être recouvert par des bandes métalliques à ourlets (a) façonnées en bandes d'une longueur de 1 m, posées à recouvrement et gaine et maintenues par des pattes de fixation ; ou par une à deux rangées de lauzes posées à plat et scellées au mortier de chaux (b) ; ou encore par des lauzes taillées en forme de raquette ou de papillon qui s'emboîtent les unes dans les autres pour former une frise (c).
En encastrant ainsi ces « papillons », le faîtage suffisament lourd ne sera pas emporté par le vent. Les abouts de faîtages sont réalisés par la pose d'un demi-papillon. Afin d'éviter son basculement, il est nécessaire de le lester en coinçant une pierre entre ses ailes et celles du papillon suivant.
La pose des lauzes se fait rang par rang, simultanément sur les deux versants de la toiture, afin d'éviter que leur poids ne déséquilibre la charpente.



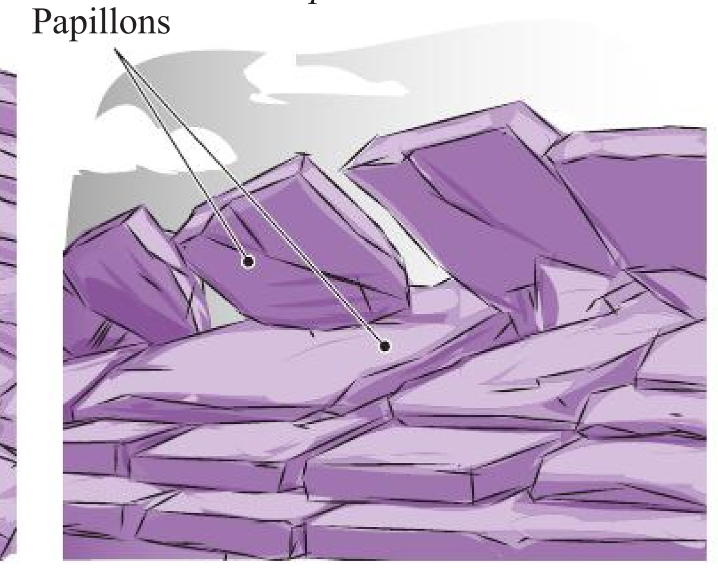




a Faîtage métallique



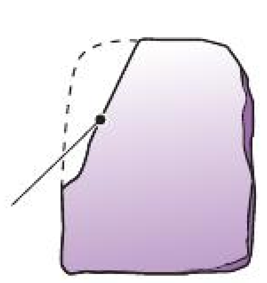
b Faîtage en lauzes posées à plat

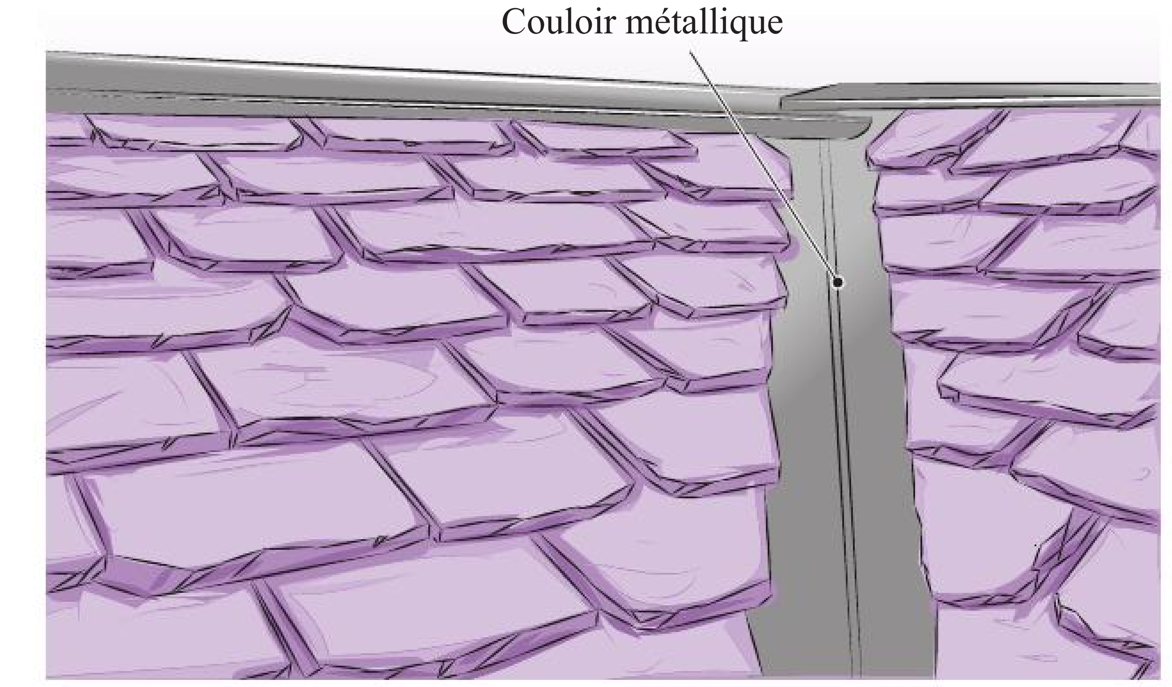


c Faîtage en papillons

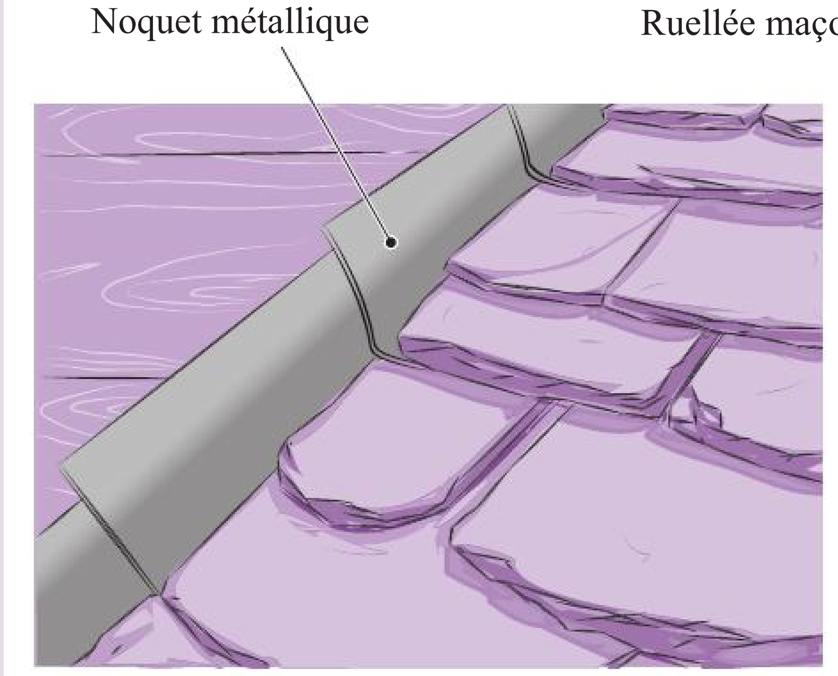
Noues, pénétrations continues et rives

Au regard de l'irrégularité des lauzes et de leur épaisseur, les noues sont généralement mises en œuvre ouvertes sur couloir métallique (a). Le profilé métallique à pince est supporté par un voligeage jointif renforcé en fond de noue. Le recouvrement minimal de la lauze sur le métal est de 8 cm. Dans le sens de la plus grande pente de la couverture, les pénétrations continues sont traitées au moyen d'un solin de mortier ou par des noquets métalliques placés toutes les deux lauzes (b).
Les rives latérales sont réalisées :
- au moyen d'une ruellée maçonnée (c) intégrant un bardelis en lauzes scellées qui renvoie les eaux de ruissellement sur le versant ;
- en utilisant de grandes lauzes et en les faisant dépasser du mur, selon leur taille, de 15 à 20 cm (d).
Leur bord extérieur peut être façonné en biais dans un but esthétique.

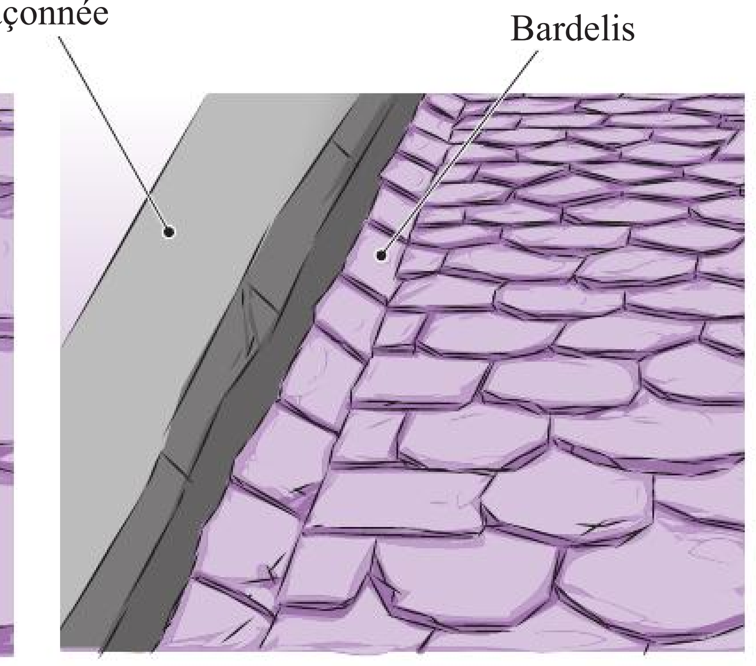




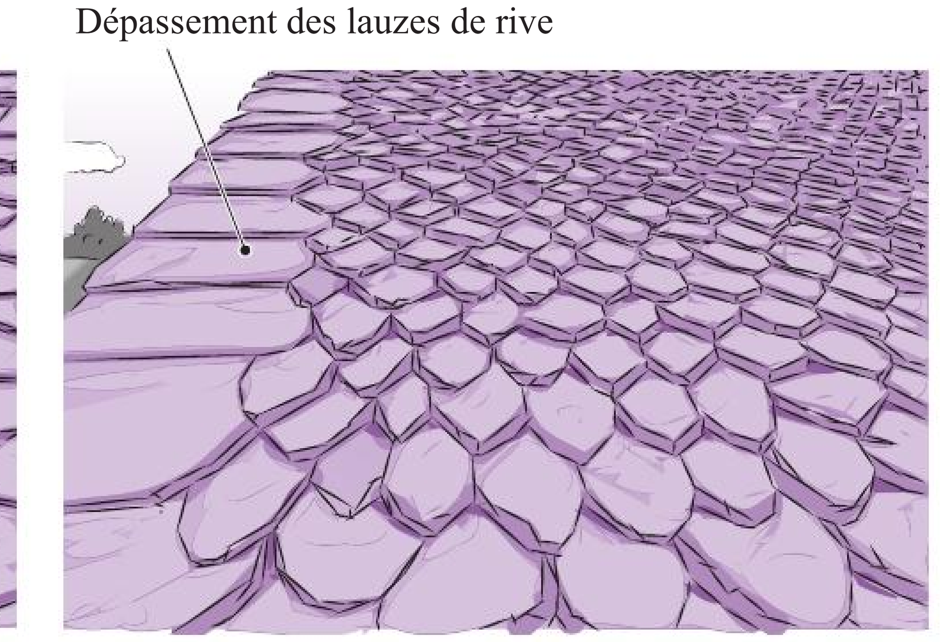
a Noue ouverte sur couloir métallique



b Pénétration continue à noquet



c Rive à ruellée maçonnée



d Rive plate avec dépassement des lauzes

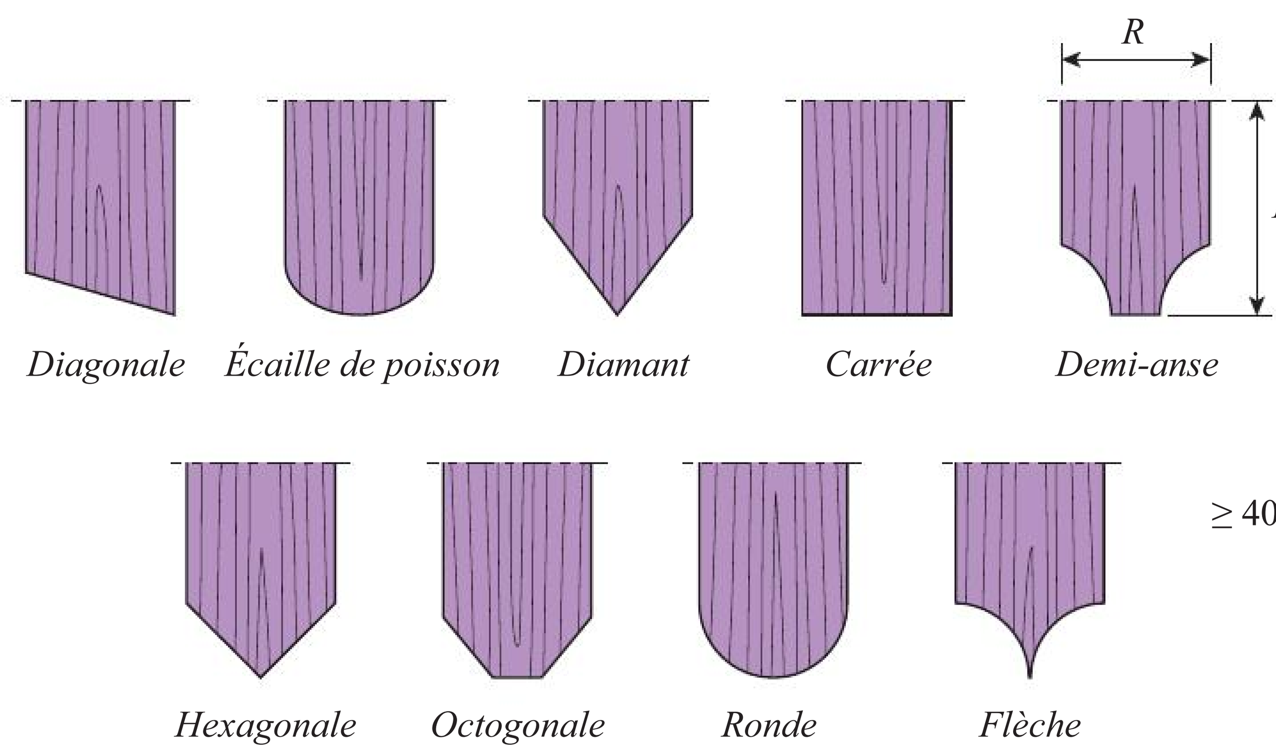
Comment ça marche

Couverture en bardeaux de bois

Les bardeaux de bois ou tuiles de bois sont appelés selon les régions tavaillons, tavillons, aissandoles ou ancelles. Ils sont fabriqués à partir de diverses essences locales, telles que le châtaigner, le mélèze, le pin, le chêne, ou de produits importés (*Red Cedar*), chaque essence leur donnant un ton plus ou moins gris argenté après oxydation. Ils sont refendus sur le fil et non sciés, ce qui leur confère une surface irrégulière.

Dispositions constructives

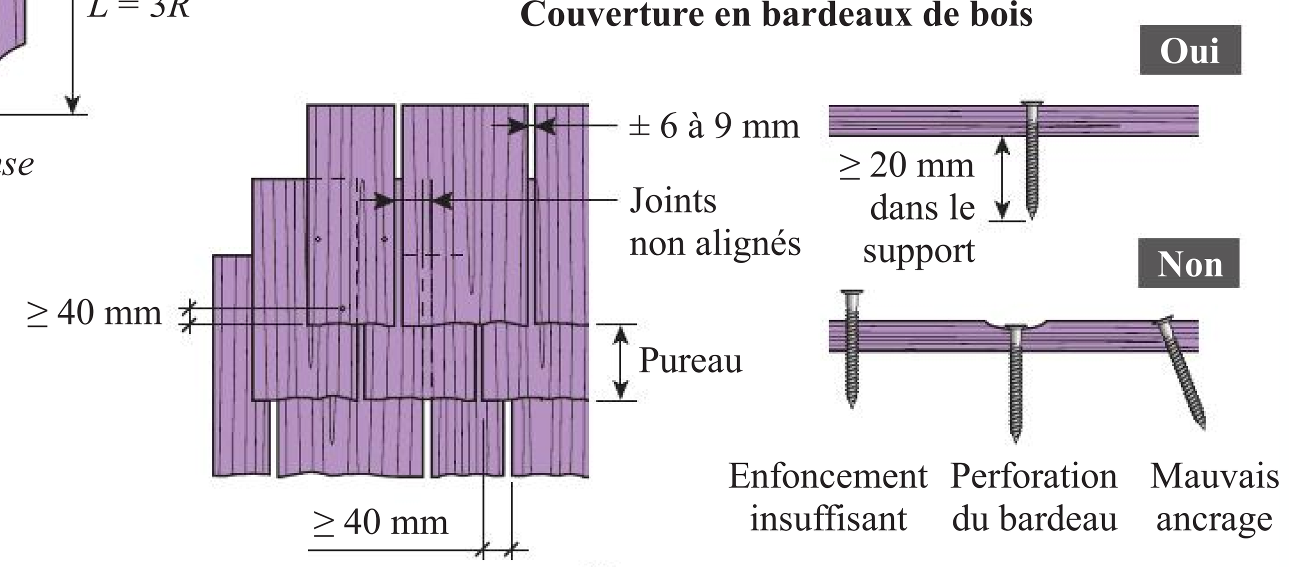
Les bardeaux de bois, de formes variées (ronde, en écaille de poisson, en pointe de diamant, hexagonale, etc.), se prêtent à la réalisation de motifs décoratifs sur la toiture (a). Leur pose est similaire à celle des tuiles plates. Les bardeaux sont posés sur un support en bois massif (liteaux ou voligeage) avec une étanchéité complémentaire. La pente de toiture ne doit pas être inférieure à 33 %. Si le diamètre des clous utilisés est supérieur à 2,2 mm, un prépercage du bois évite tout risque de fentes. Chaque bardeau est fixé par deux clous situés à environ 20 mm des bords. Du fait de leur taille irrégulière, la pose des bardeaux est réalisée à joints non alignés (b), les joints étant décalés de 40 mm d'un rang à un autre en respectant un jeu de 6 à 9 mm entre deux bardeaux.



a Forme des bardeaux



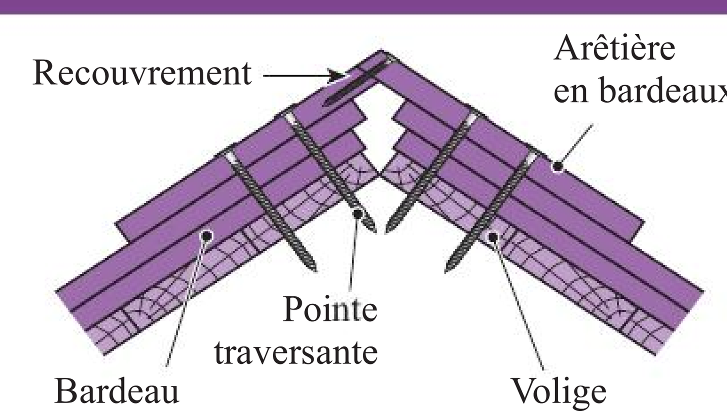
Couverture en bardeaux de bois



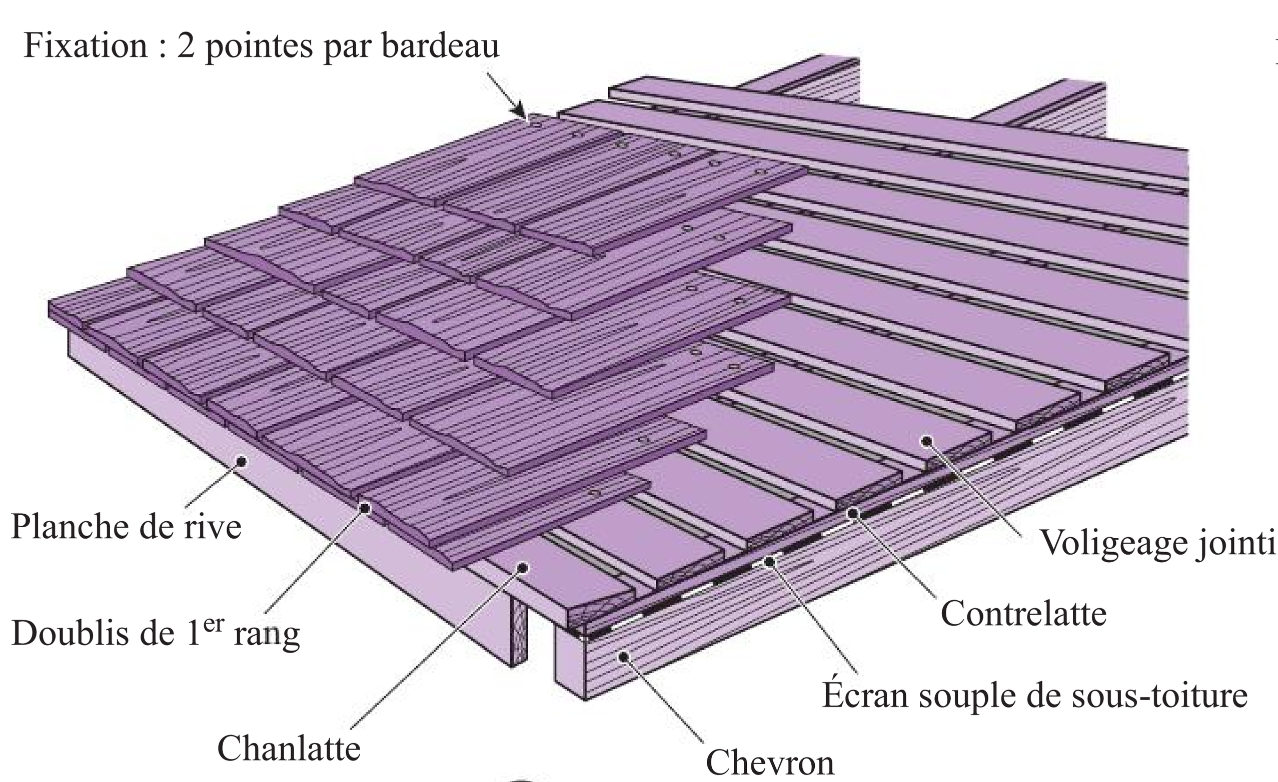
b Pose et fixation

Égouts, faîtages et arêtiers

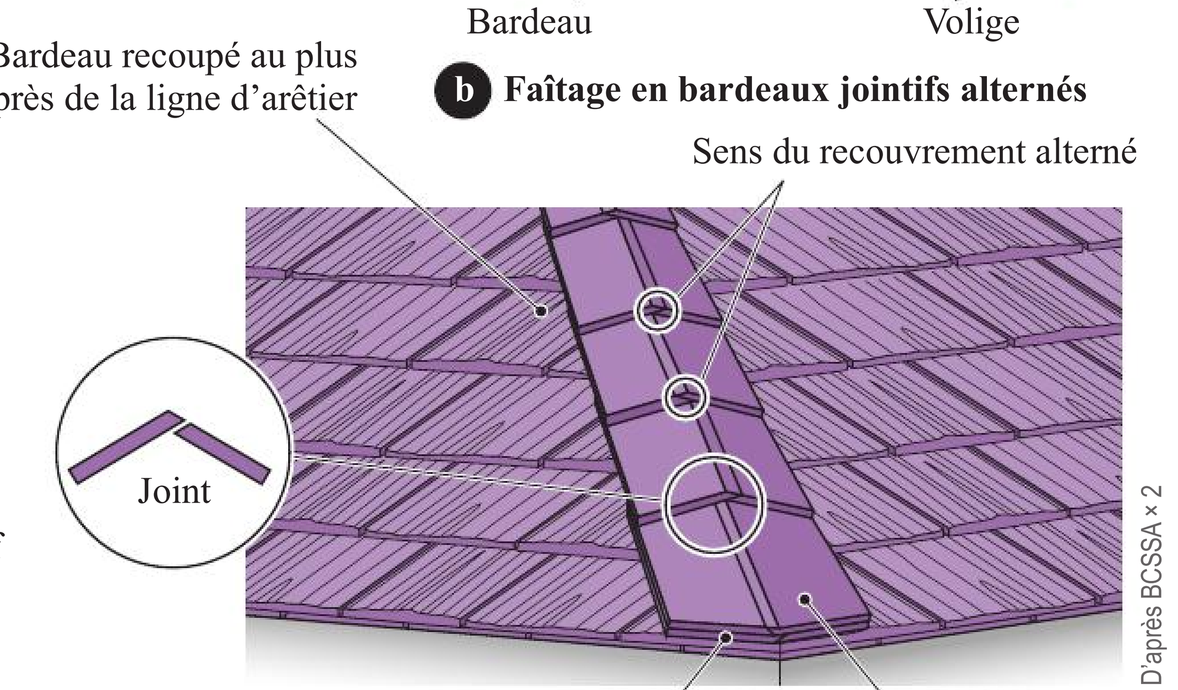
À l'égout (a), les bardeaux doivent être doublés et dépasser de la planche de rive d'au moins 60 mm. Dans les constructions anciennes, les trois premiers rangs reposent sur une protection bitumineuse d'une largeur d'au moins 90 cm, un feutre bitumé étant posé en complément entre chaque rang. Une étude au cas par cas est nécessaire afin de déterminer si une conception avec écran de sous-toiture (EST) est préférable. Sur les faîtages (b) et les arêtiers (c), un joint étanche est réalisé au moyen de faîtières et d'arêtières ou de faîtières préassemblées en atelier ou réalisées sur place. Les joints sont alternés, les pointes cachées et le recouvrement dans le sens contraire du vent de pluie. Le recouvrement sur les bardeaux doit être égal au pureau de pose.



b Faîtage en bardeaux jointifs alternés



a Égout

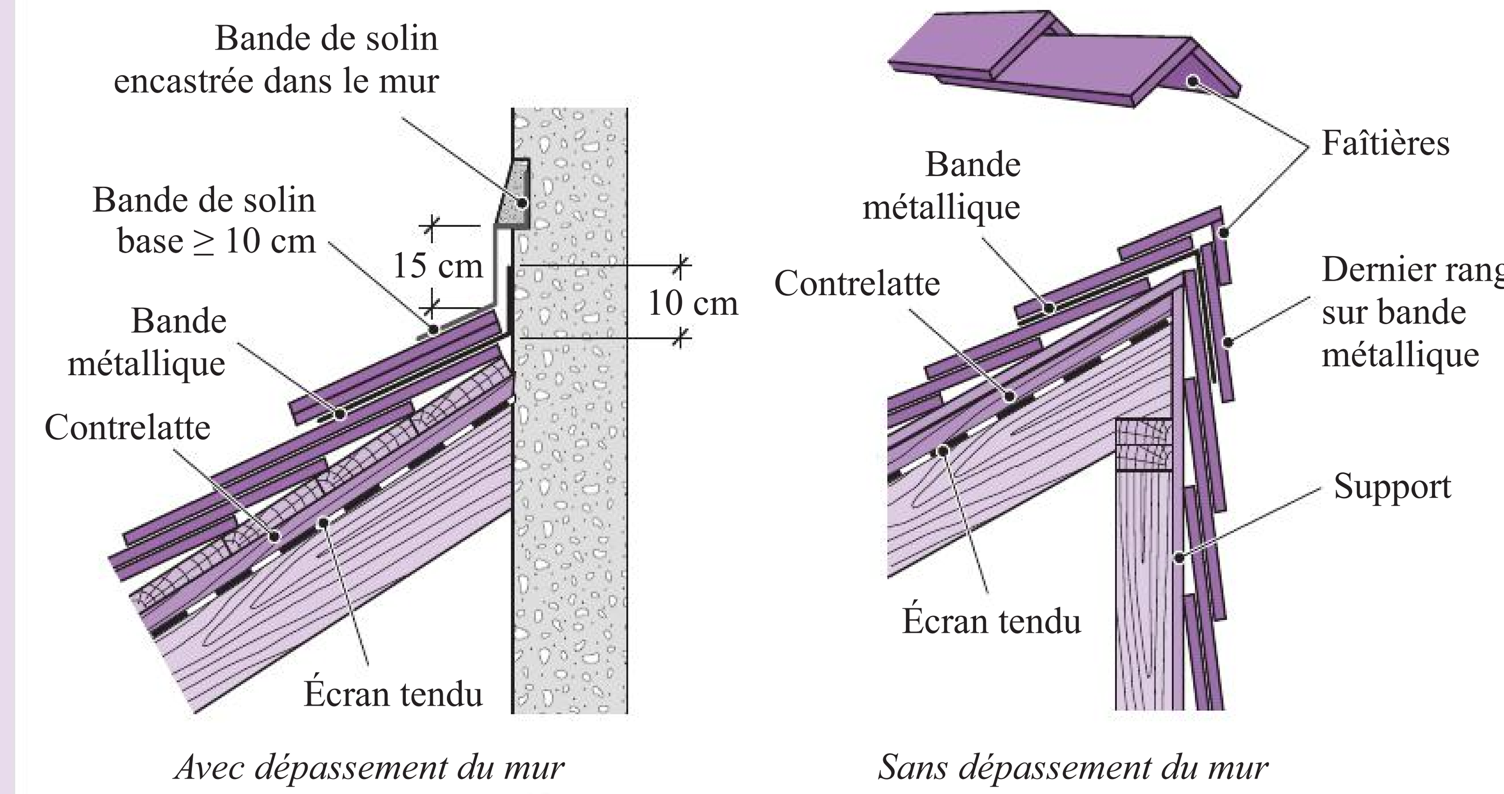


c Arêtier

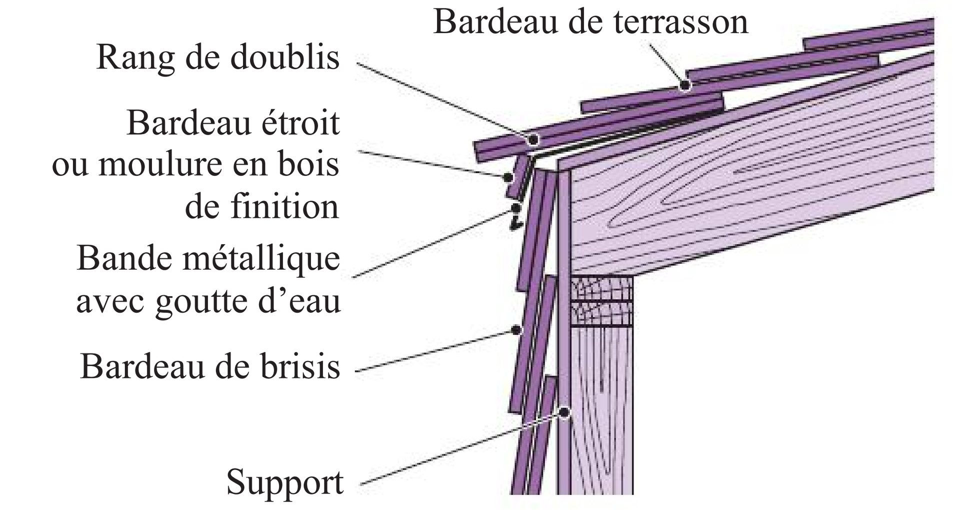
Rives et lignes de bris

Un débordement des bardeaux d'au moins 20 mm forme les rives latérales.
Les rives de tête (a) sont réalisées :
- avec dépassement du mur : par une bande métallique et une bande de solin encastrée dans le mur ;
- sans dépassement du mur : par une garniture métallique et une finition de type shed au moyen de faîtières posées à recouvrement alterné.

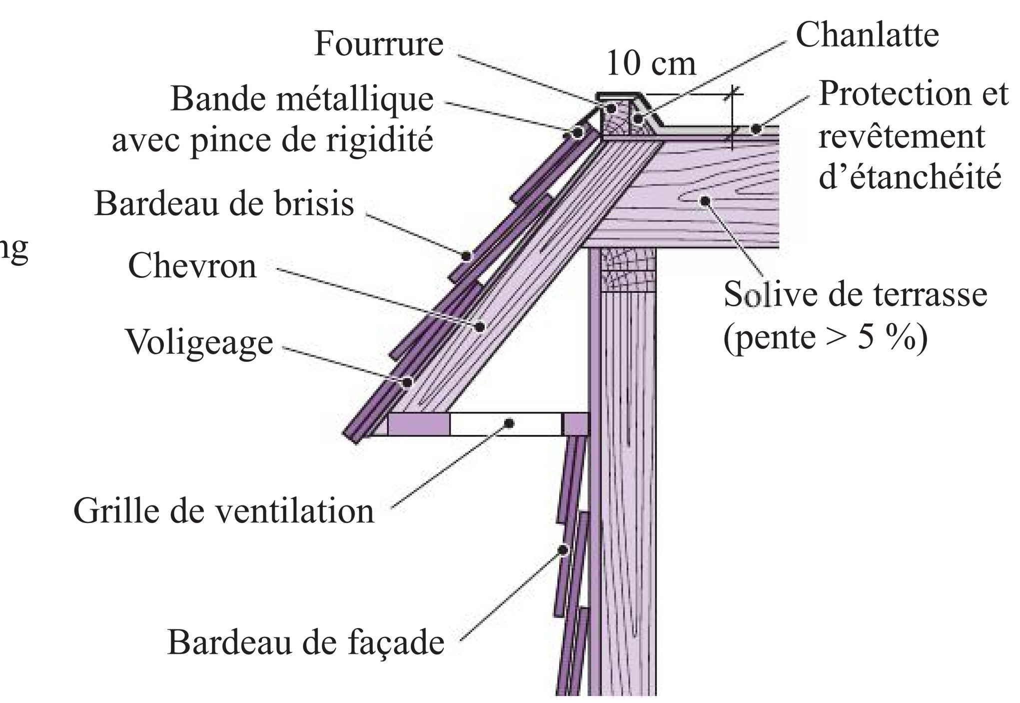
Les lignes de bris (b) séparent le brisis du terrasson. Elles sont constituées d'un égout sur le terrasson et d'une rive de tête sur le brisis. Le rang de départ du terrasson est doublé et déborde de 40 mm sur le brisis. Une bande métallique noyée dans la couverture multicouche assure la liaison des toitures-terrasses avec le brisis. Une bande étroite de bardeaux ou une moulure en bois de finition, appliquée horizontalement sur le dernier rang de brisis, masque la retombée de la bande métallique.



a Rives de tête



Avec bande métallique (écran de sous-toiture non représenté)

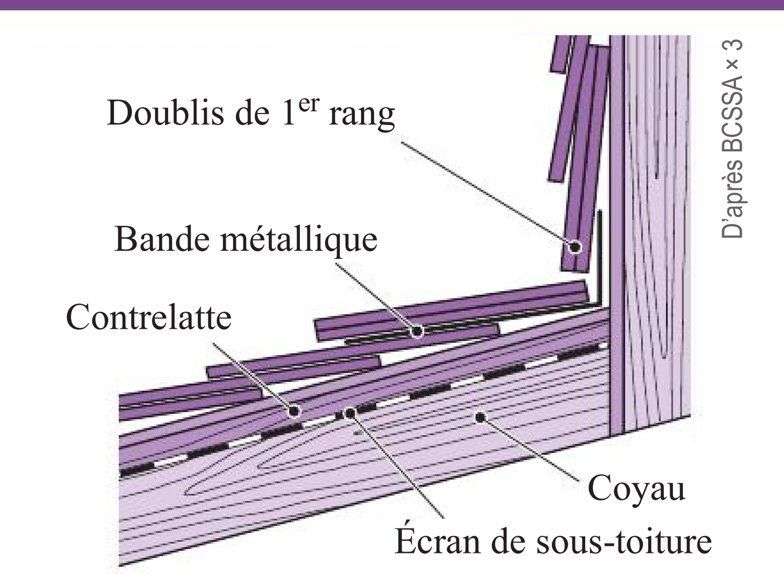


Pour toiture-terrasse non accessible

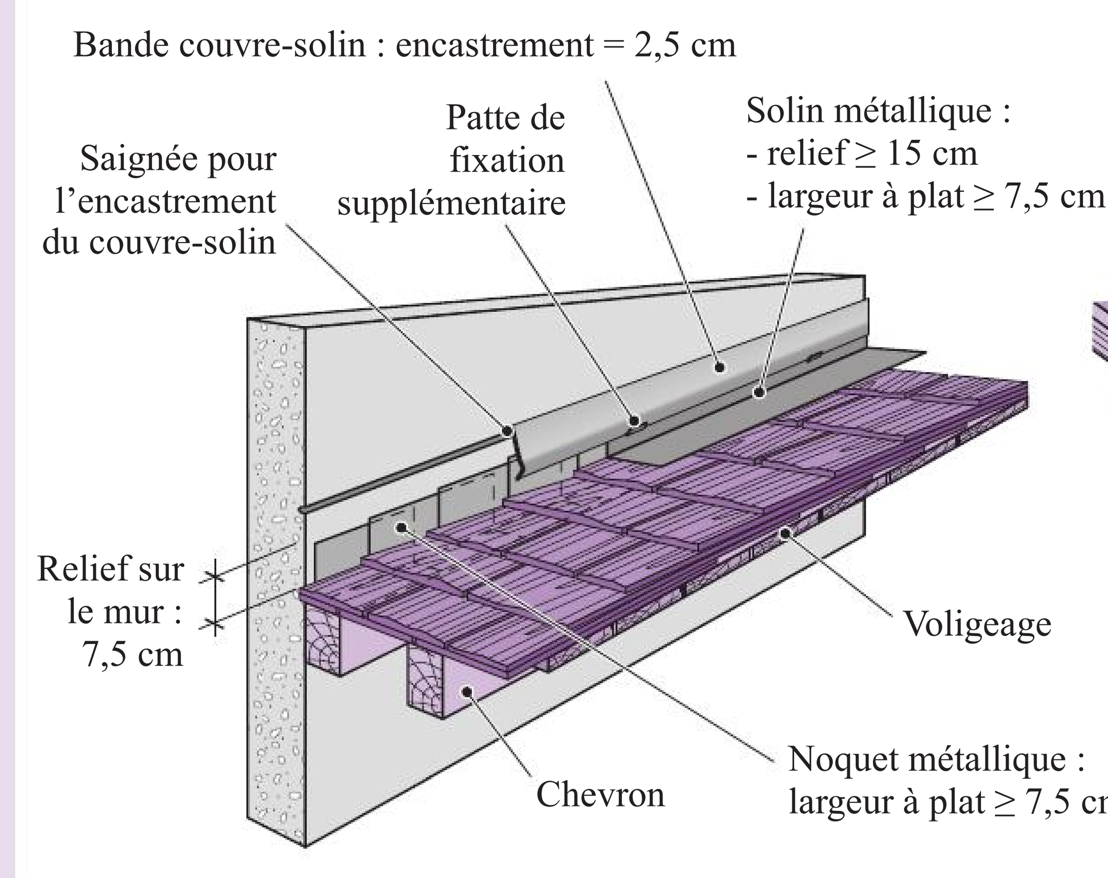
b Lignes de bris

Brisures, pénétrations continues et noues

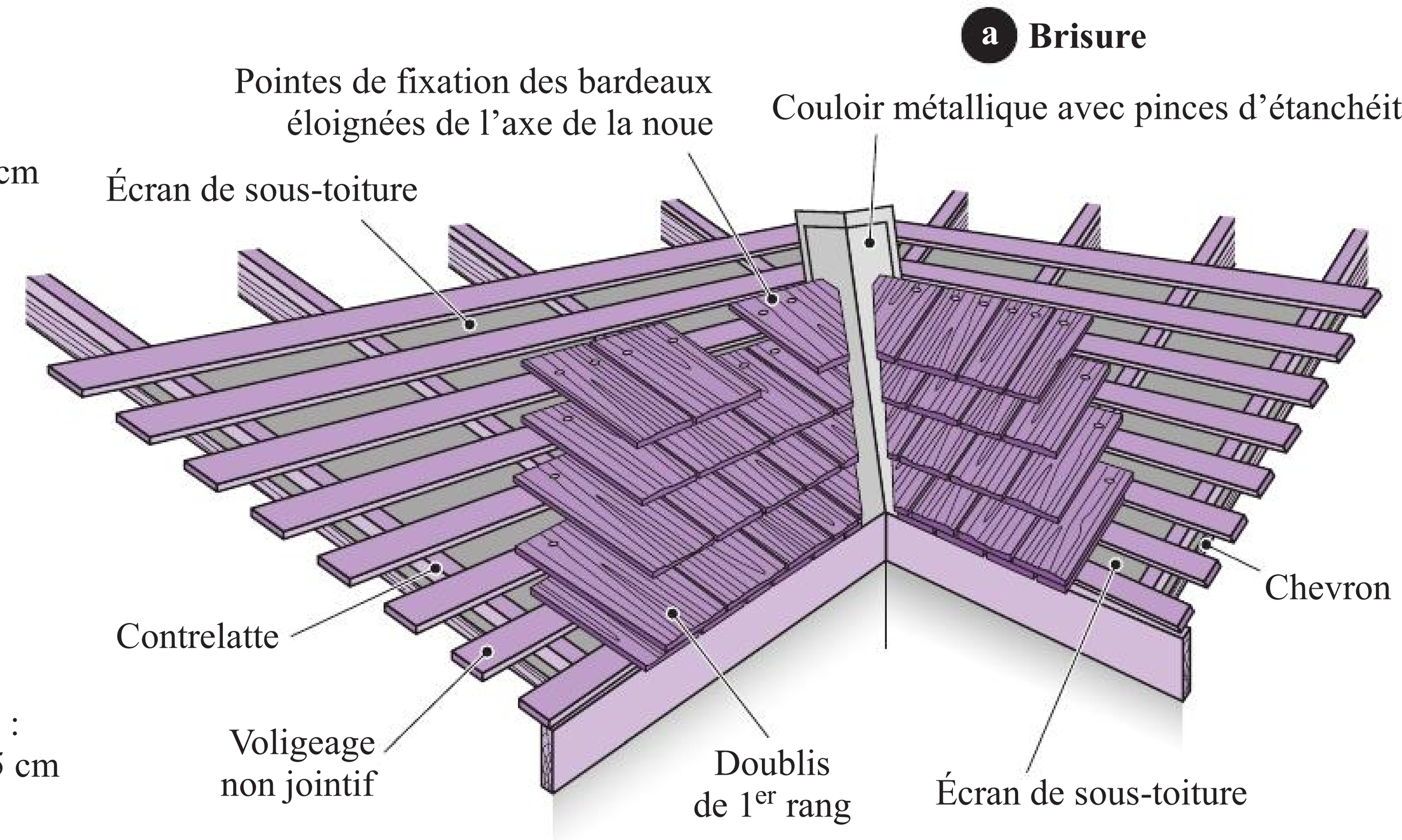
La bande métallique assurant l'étanchéité des brisures (a) doit remonter de 10 cm sur le versant et recouvrir le coyau de deux pureaux, avant la pose des deux derniers rangs de bardeaux. Le dernier rang de la couverture doit être posé de sorte que les bardeaux viennent buter contre la jonction de la brisure. Le rang de départ du versant est doublé. Les pénétrations continues qui suivent la ligne de la plus grande pente de couverture (b) sont réalisées au moyen de noquets métalliques placés sous chaque bardeau. L'étanchéité contre la maçonnerie est assurée par un solin métallique encastré ou par un solin en mortier suspendu au moyen d'une bande porte-solin. Les noues ouvertes à couloir métallique (c) sont constituées d'un profilé métallique à pince, supporté par un voligeage jointif en fond de noue. Le recouvrement minimal du bardeau sur le métal est de 6 cm. Les bardeaux qui recouvrent la noue sont taillés en biais parallèlement à l'axe de la noue. Les joints entre bardeaux ne doivent pas déboucher dans la noue.



a Brisure



b Pénétration continue à noquet



c Noue sur couloir métallique

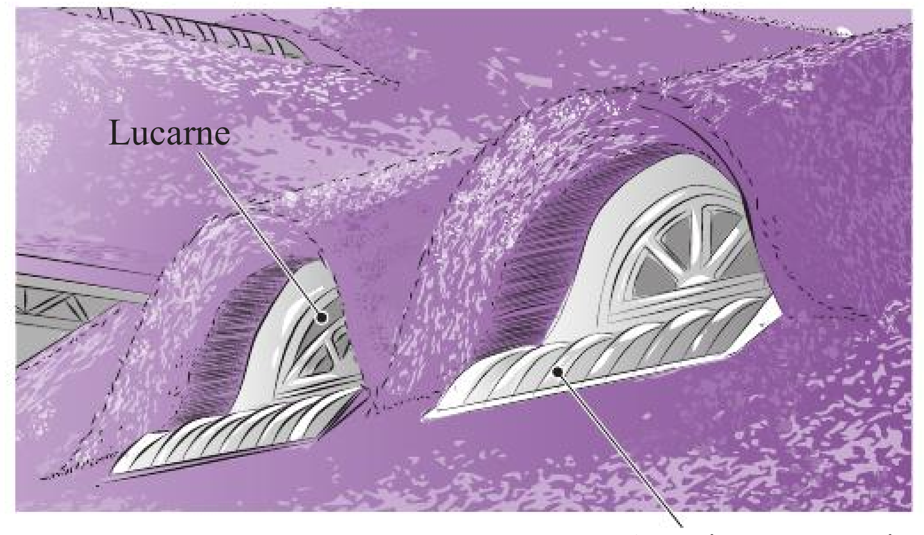
Comment ça marche

Couverture en chaume

Le chaume est une technique de couverture ancienne mise en œuvre principalement en Bretagne et en Normandie. Le matériau est esthétique, léger (25 à 40 kg/m²) et possède de bonnes propriétés isolantes, mais sa durée de vie dépend des conditions climatiques locales et de la ventilation de la sous-face de la couverture. Il est adapté aux toitures présentant une pente comprise entre 45 et 50°.

Dispositions constructives

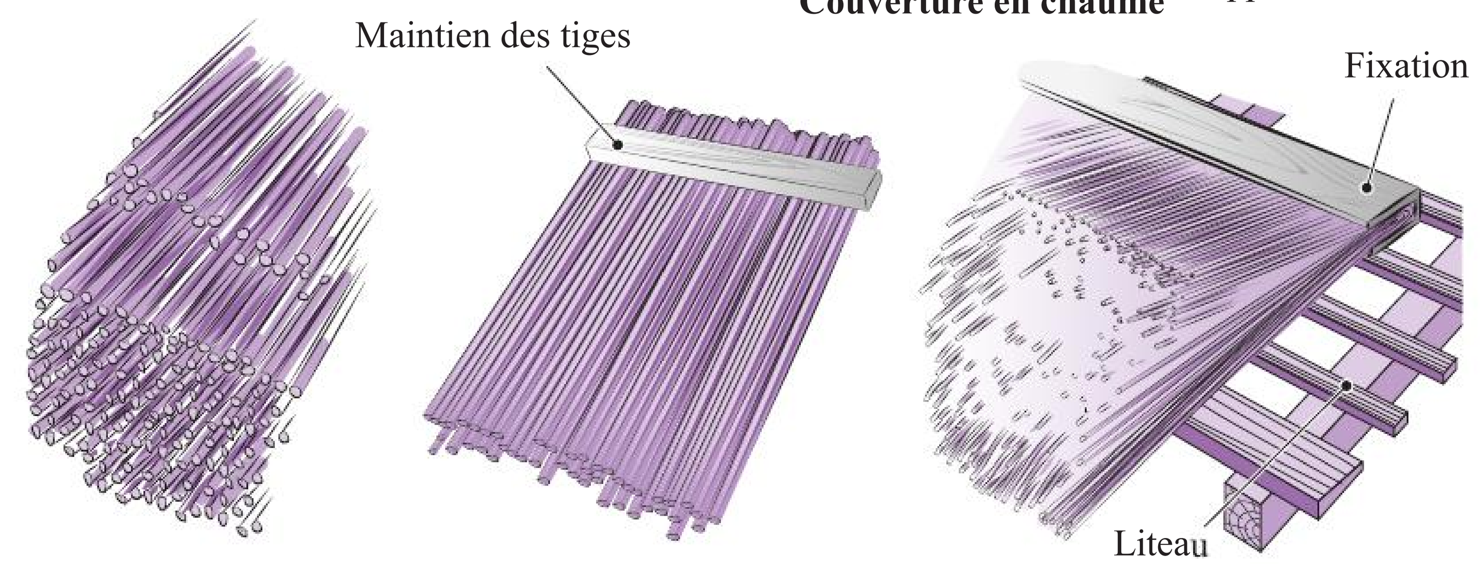
Le chaume est principalement issu de joncs marins ou de roseaux, récoltés en Camargue ou en Hollande durant l'hiver ; il est conditionné et livré en bottes d'une hauteur d'environ 1,80 m (a). Il a peu a peu remplacé la paille de seigle ou de blé, utilisée autrefois. Tous les trois ans, un nettoyage ainsi qu'un entretien approfondi sont nécessaires (bouchage des trous, compensation de la diminution de l'épaisseur du toit pour respecter une épaisseur minimale de chaume de 27 cm à l'égout et de 23 cm au faîtage). En fonction de la destination des locaux, ce type de couverture peut nécessiter une sous-toiture. Certains fabricants proposent des tuiles de faux chaume synthétique, dont la mise en œuvre à recouvrement s'apparente à celle des couvertures en petits éléments (b). Leur taille varie de 45 × 50 cm à 60 × 100 cm. Le chaume est classé M3 (normalement inflammable). Les compagnies d'assurance peuvent demander de justifier la mise en place en surface ou côté intérieur de la couverture de dispositions réglementaires contre les risques d'incendie applicables au type de bâtiment considéré.



Couverture en chaume



a **Chaume conditionné en bottes**

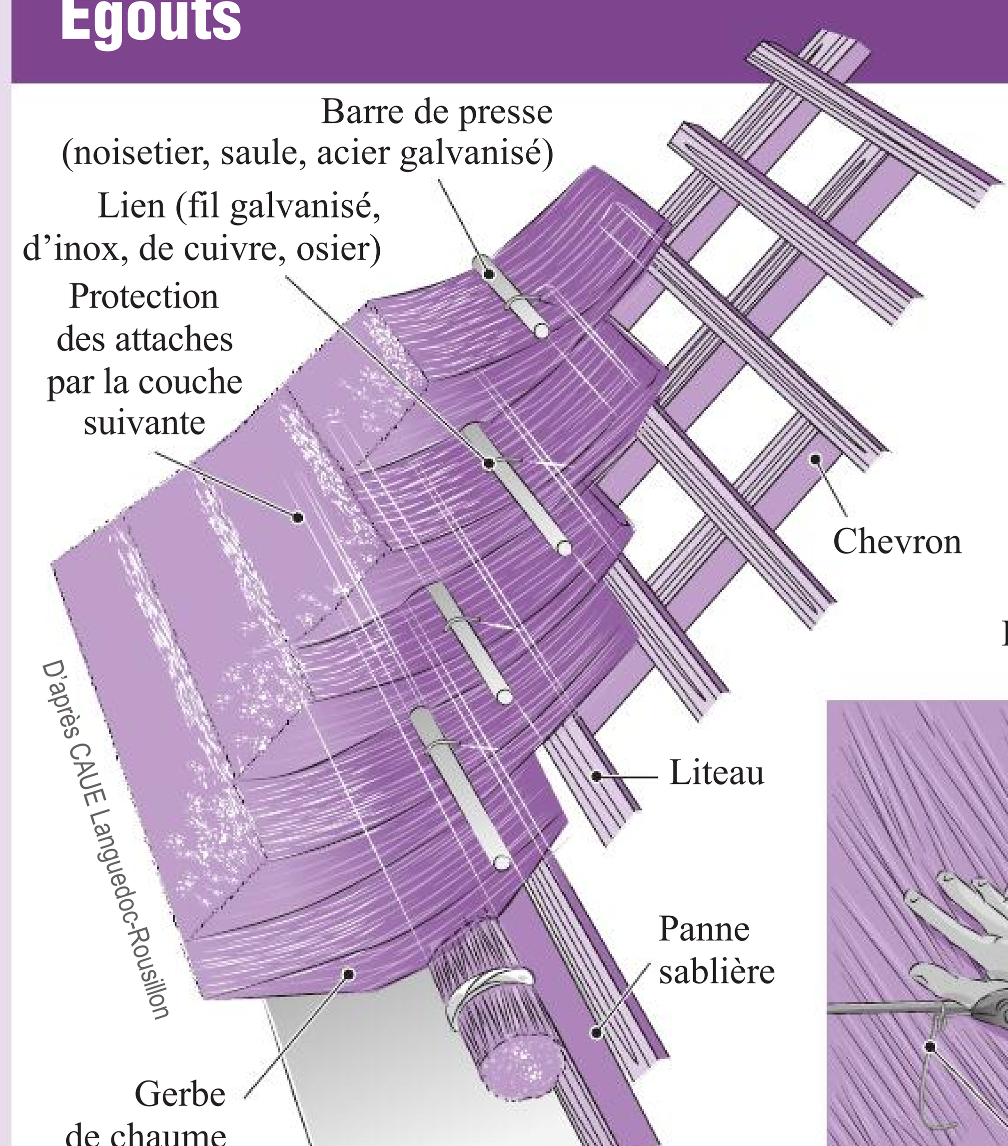


Vrai chaume *Chaume synthétique* *Pose sur toiture*

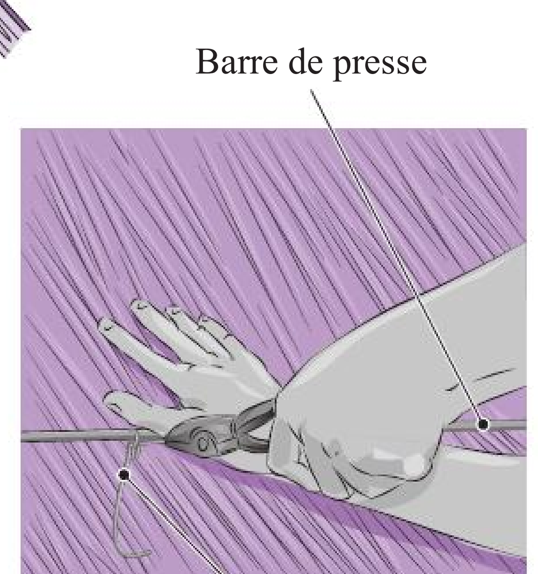
b **Tuiles de faux chaume**

Égouts

Les bottes de chaume sont mises en place dans le sens de la pente, leur partie la plus large vers le bas, à partir de l'égout, en trois couches successives qui se chevauchent. Elles sont maintenues provisoirement sous la barre de presse par un outil appelé crémaillère (a). Le chaumier utilise un jeu d'aiguilles pour passer un fil galvanisé ou d'inox autour de la latte et de la barre de presse qu'il immobilise à l'aide d'une pince en torsadant les fils pour serrer définitivement le chaume sur la toiture (b). La fixation peut également s'effectuer à l'aide d'osier ou de crochets galvanisés. L'extrémité visible des joncs qui forme un tapis irrégulier est ensuite égalisée au battoir (c) sans être coupée, ce qui permet de remonter les tiges de roseau en les comprimant à l'intérieur de chaque lien.



a **Pose et maintien des bottes**



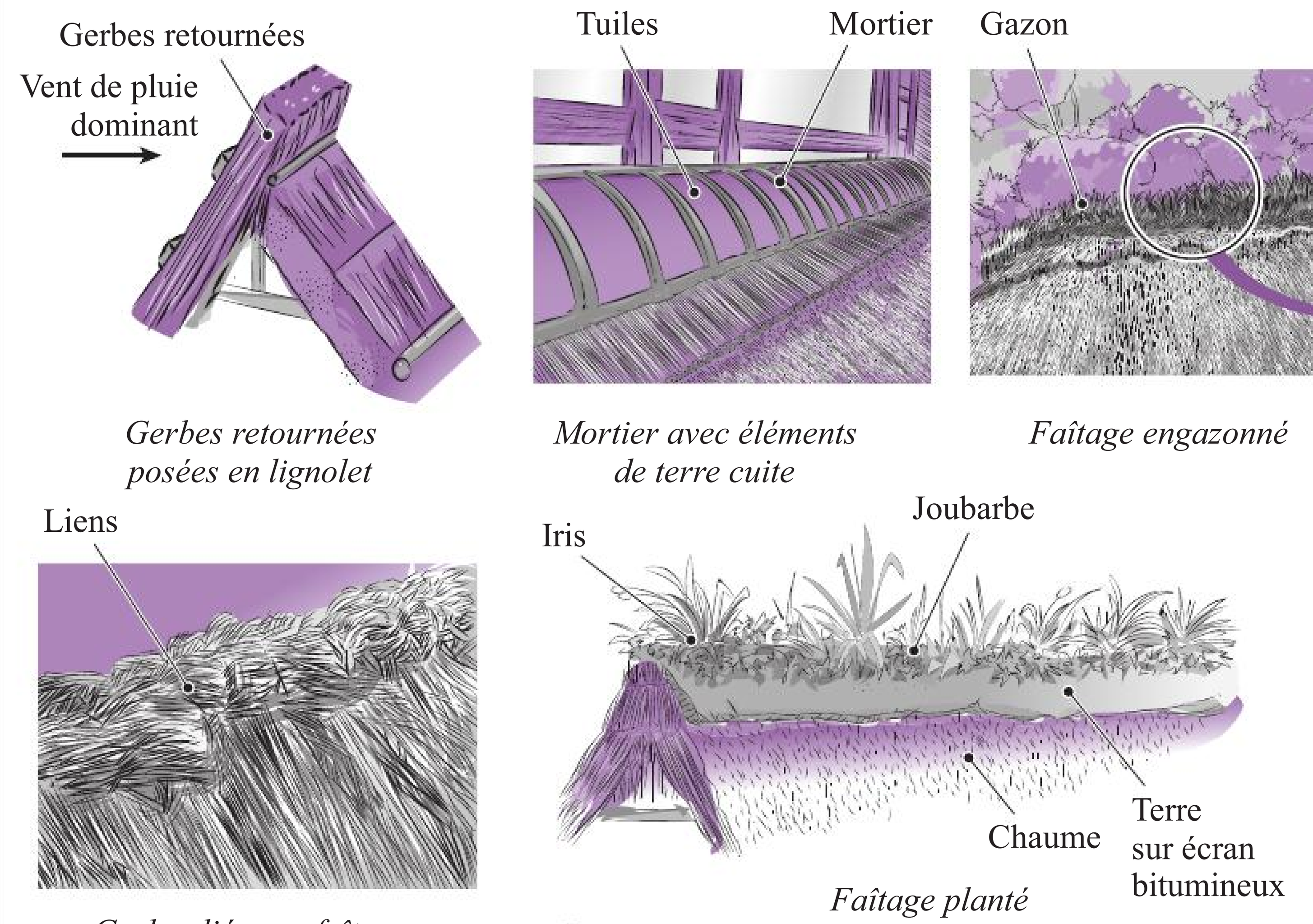
b **Serrage des liens**



c **Battage de l'extrémité visible des joncs**

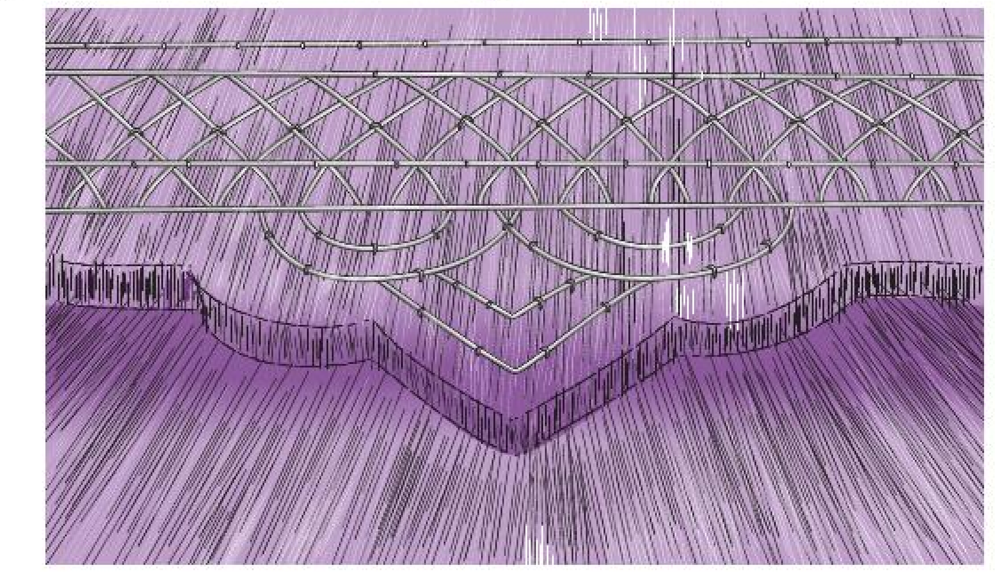
Faîtages

Plusieurs types de faîtages de toiture en chaume sont possibles (a) :
- façonné en chaume : les parties hautes des gerbes sont liées, retournées et posées en lignolet dans le sens des vents de pluie dominants ;
- en mortier, avec ou sans éléments de terre cuite : un lit de mortier est mis en œuvre au sommet des deux pentes de toit pour assurer l'étanchéité. Des tuiles artisanales, de couleur rouge ou noire, peuvent y être scellées ;
- végétalisé (planté ou engazonné) : réalisé à partir de terre mélangée à du roseau. On peut y ajouter des dalles de gazon posées en appareil ou des plantations (iris, joubarbe) pour permettre à la terre de se maintenir sur le toit et de résister aux intempéries (pluie, vent). Afin de personnaliser le toit, il est possible d'ajouter une sculpture (b), réalisée au battoir ; aucune taille du roseau n'est effectuée et l'étanchéité de la toiture n'est pas altérée.



Gerbes retournées posées en lignolet *Mortier avec éléments de terre cuite* *Faîtage engazonné* *Gerbes liées au faîtage* *Faîtage planté*

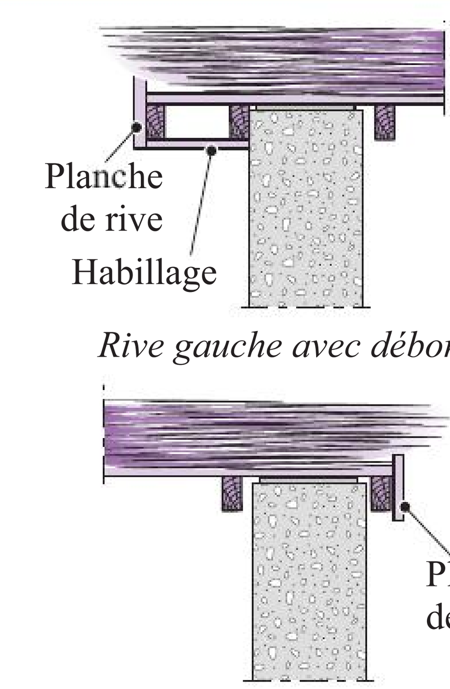
a **Faîtages**



b **Sculpture en chaume**

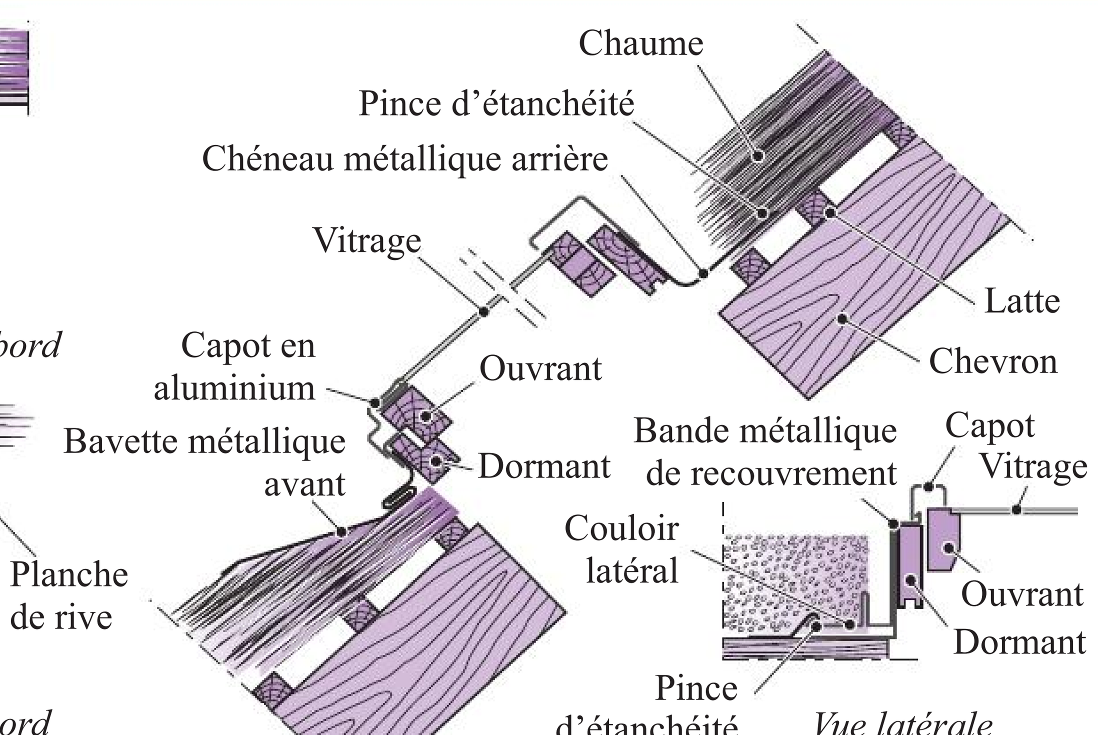
Noues, pénétrations continues et rives

Sur les rives (a), avec ou sans débord, le chaume prend appui sur une planche fixée au chevron de rive. L'étanchéité des fenêtres de toit (b) est assurée, en partie avant, par une bavette métallique qui repose sur le chaume et, sur les parties arrières et latérales, par des couloirs façonnés en zinc qui rejettent les eaux de ruissellement sur le devant de l'ouvrage. Au droit des conduits de cheminée ou de ventilation (c), la partie avant (aval) est traitée au moyen d'une bavette métallique et la partie arrière (amont) au moyen d'un chéneau métallique. L'égout des toits de chaume (d) comporte un débordement minimal du mur de 50 cm pour évacuer le plus loin possible les eaux de pluie, ce qui n'implique pas nécessairement la présence de gouttières.



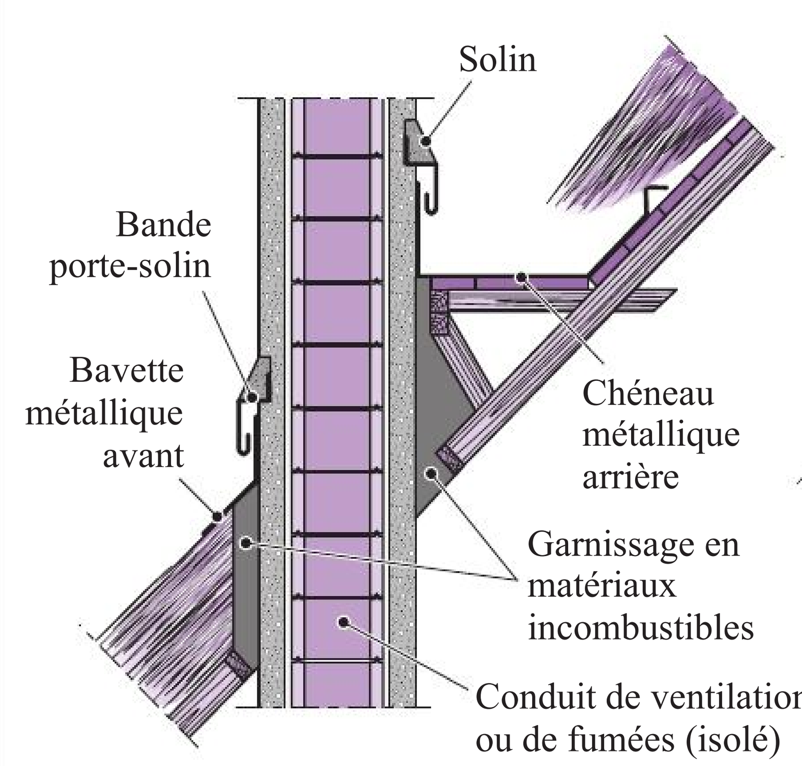
Rive gauche avec débord *Rive droite sans débord*

a **Rives**

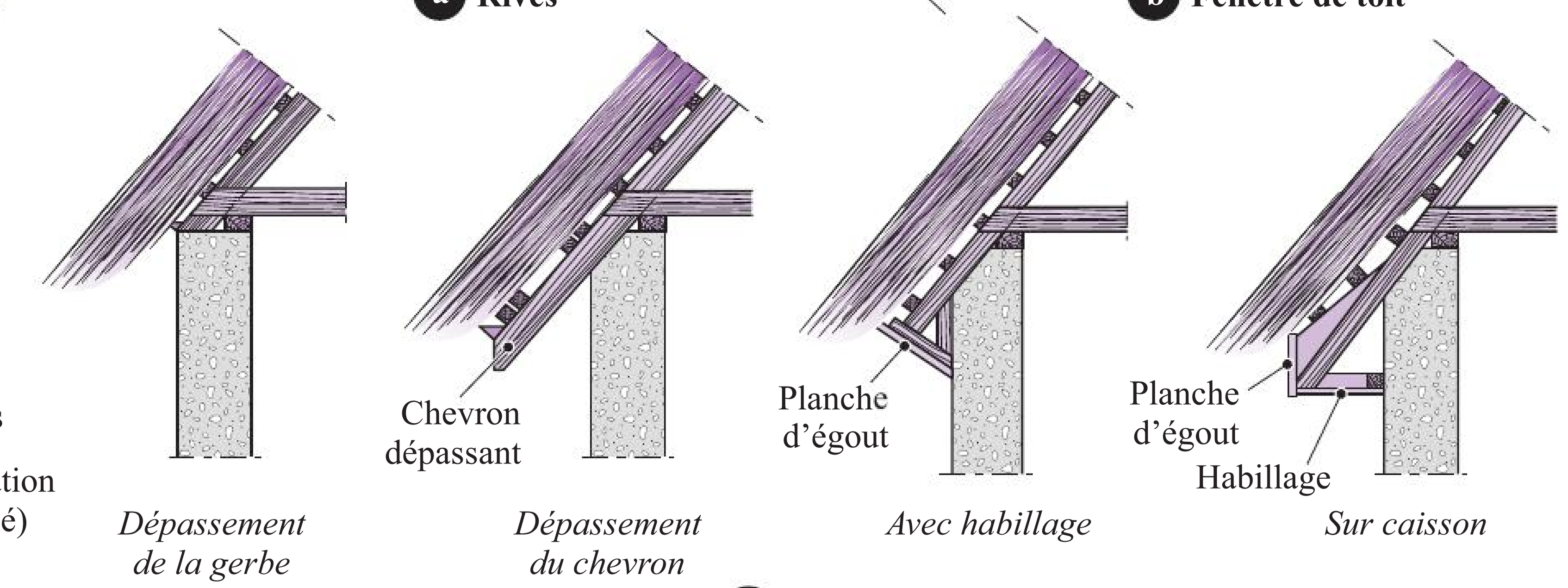


Vue latérale

b **Fenêtre de toit**



c **Conduit de ventilation**



Dépassement de la gerbe *Dépassement du chevron* *Avec habillage* *Sur caisson*

d **Égouts**

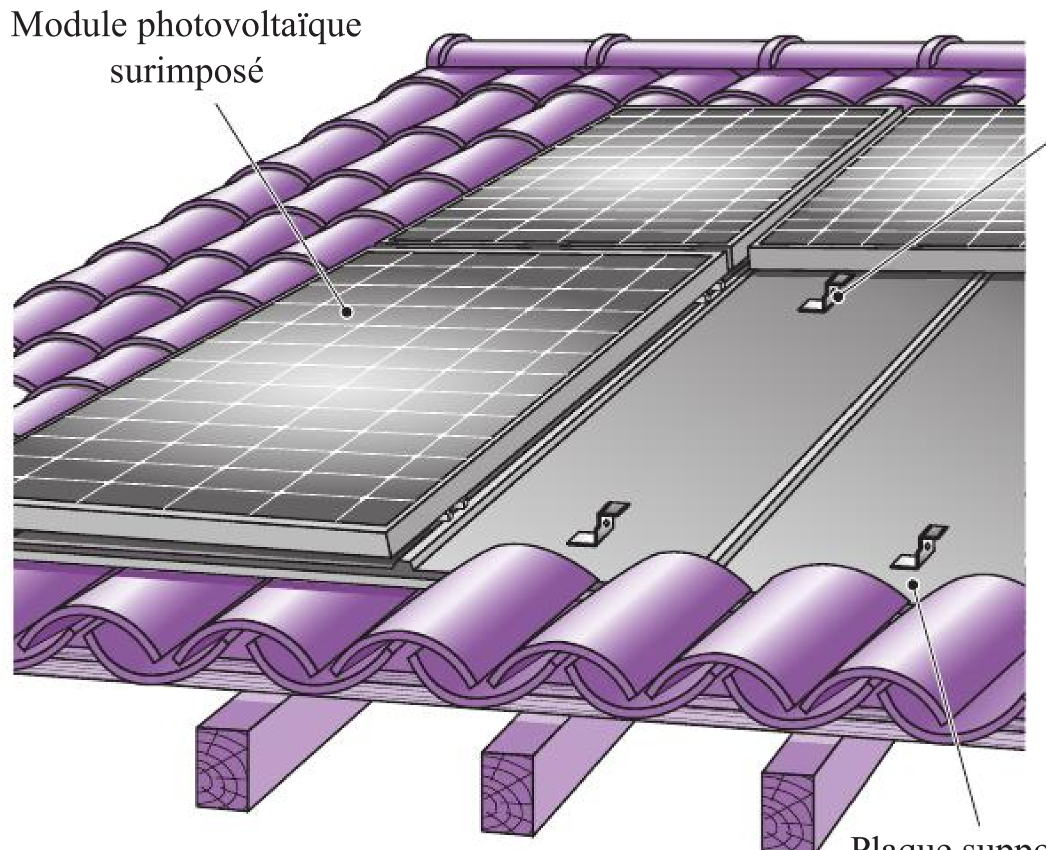
Comment ça marche

Couverture solaire photovoltaïque

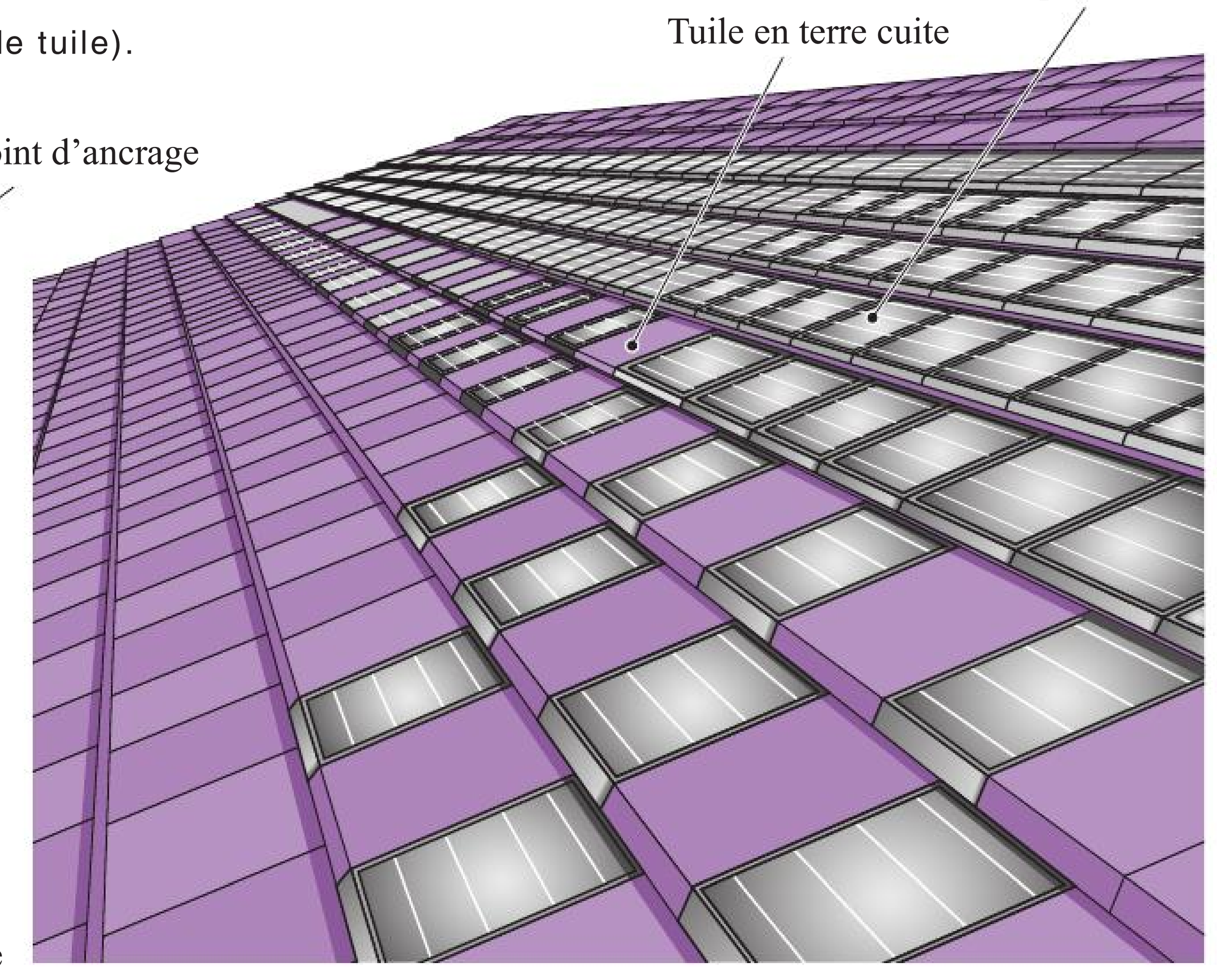
L'installation d'un système photovoltaïque autonome ou raccordé au réseau s'apparente à toute autre installation électrique. Elle demande des précautions lors de la pose, les modules photovoltaïques produisant de l'électricité dès la présence de lumière. Le montage doit être réalisé par des professionnels formés (formation QualiPV Bat) et ayant au minimum une habilitation électrique de type BR ou B2T selon le type d'installation.

Types d'équipement

Trois grands types d'équipement sont distingués :
- les modules surimposés, installés sur la toiture ou au sol sur des châssis ;
- les modules intégrés au bâti ;
- les tuiles photovoltaïques (laminé solidaire d'un support en forme de tuile).



Modules photovoltaïques surimposés ou intégrés à la toiture



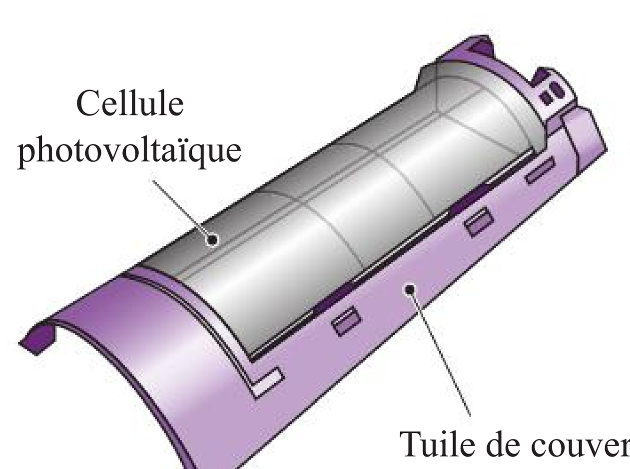
Tuiles photovoltaïques

Tuiles photovoltaïques

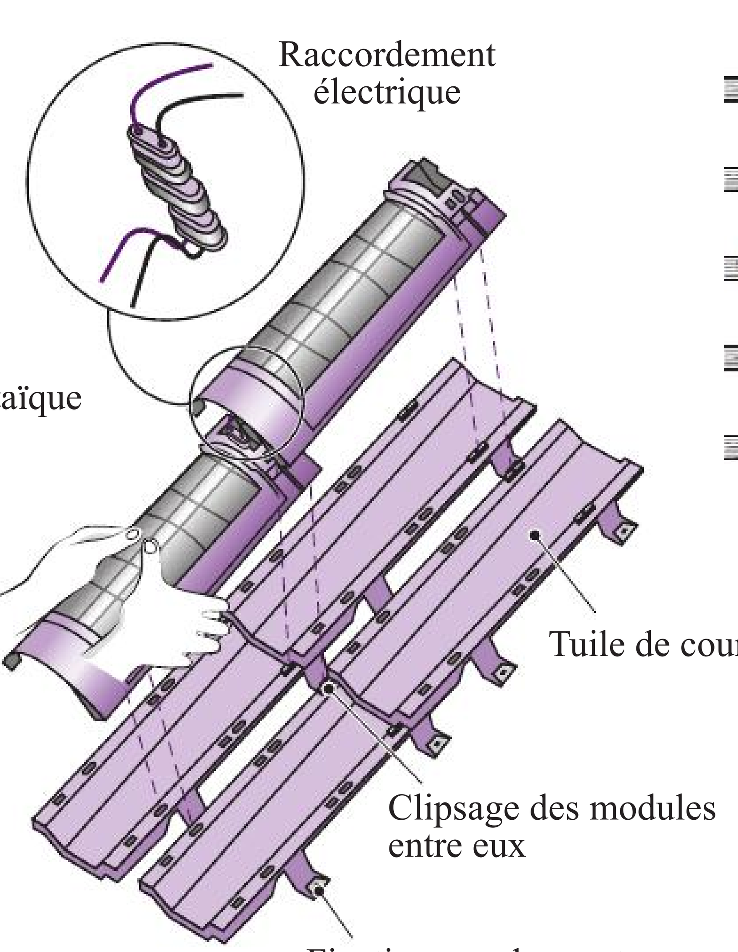
Les tuiles photovoltaïques sont plutôt destinées aux toitures traditionnelles des bâtiments d'habitation. Elles se substituent aux éléments de couverture traditionnels : tuile, ardoise, etc. Leur pose est simple pour un couvreur expérimenté mais fastidieuse en raison du nombre important de connexions électriques des modules à raccorder.
L'étanchéité est assurée par le recouvrement et l'emboîtement des modules entre eux.

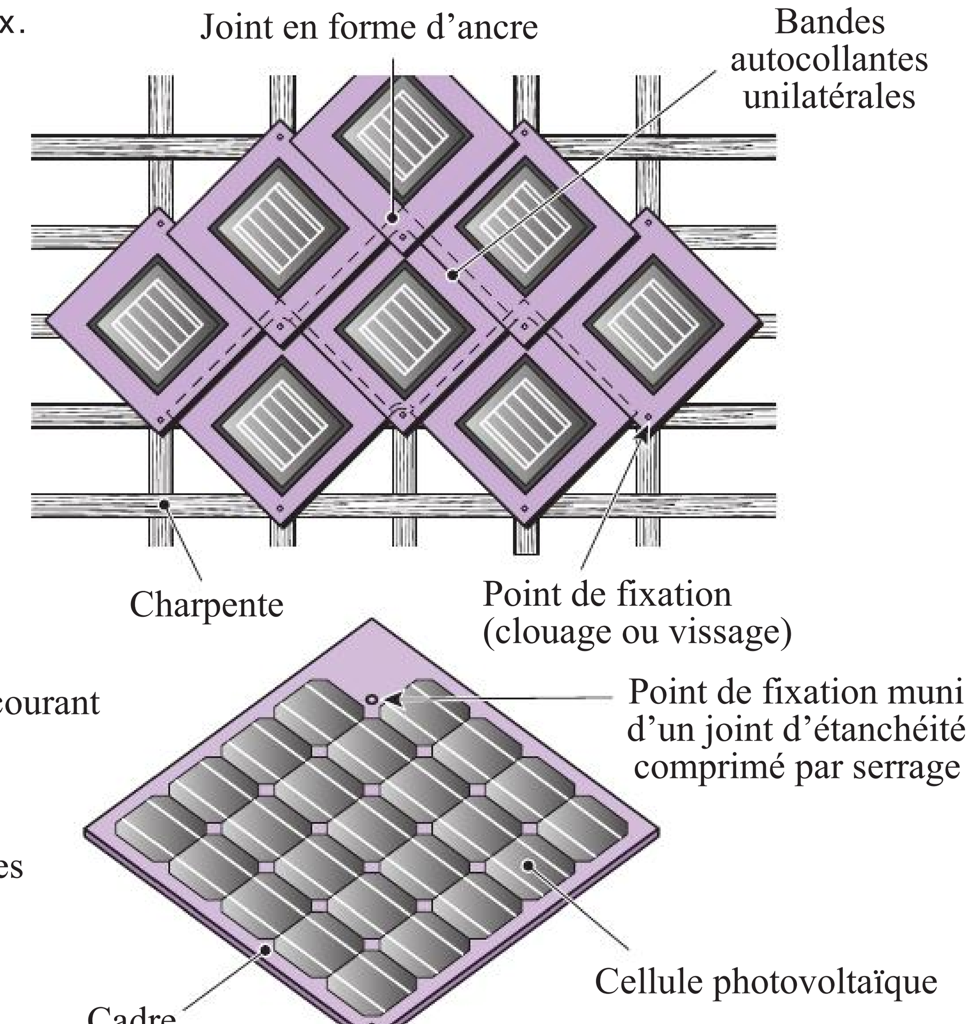


Forme « tuile mécanique »



Forme « tuile canal »

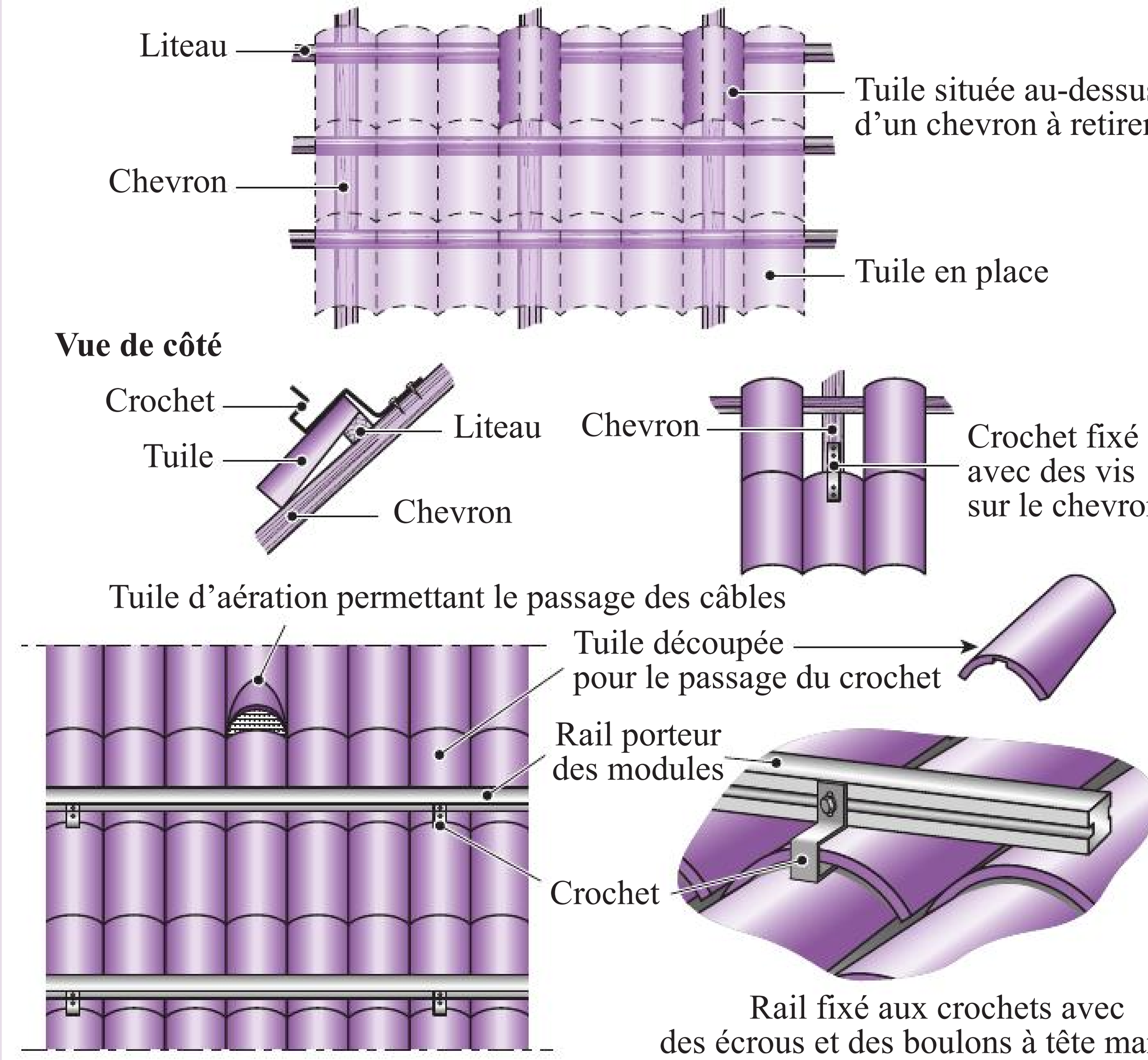


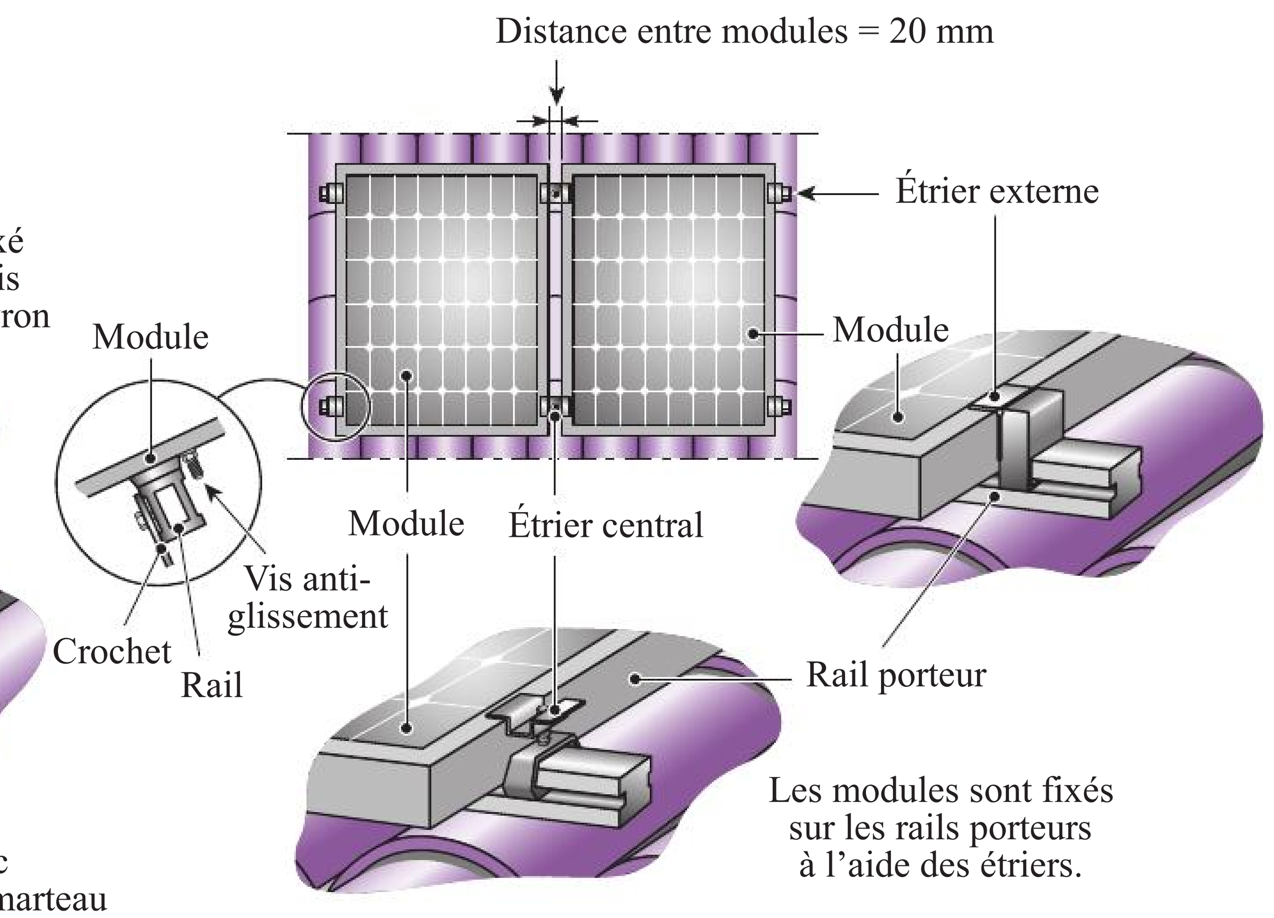


Forme « ardoise »

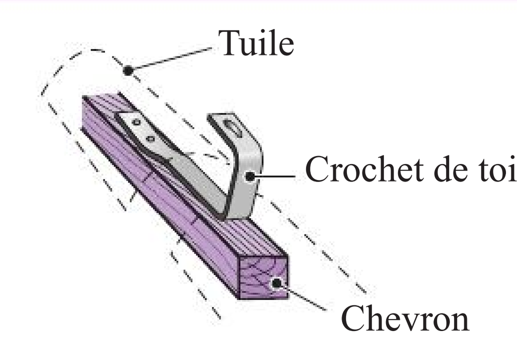
Modules en surimposition à la toiture

Les modules en surimposition sont fixés sur la couverture existante au moyen de rails supports laissant un espace entre les modules et la couverture, favorisant ainsi une ventilation naturelle. Ce type de pose en surimposition ne participe pas aux fonctions du clos et du couvert.

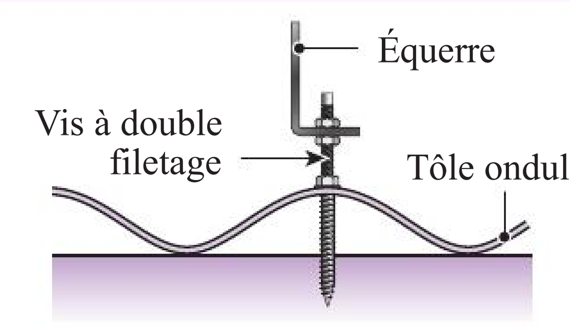




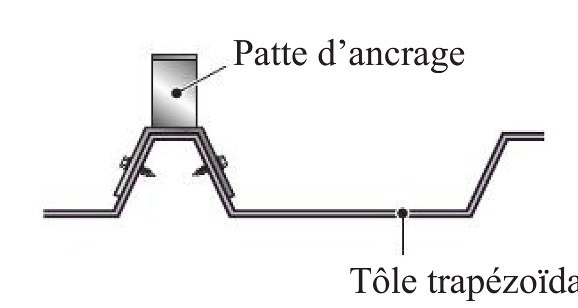
Fixation des rails porteurs



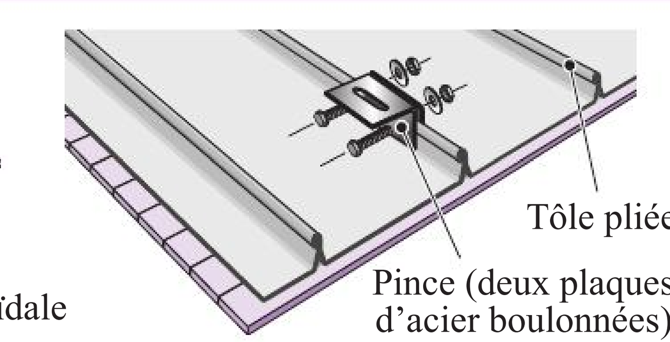
Sur charpente



Sur tôle en fibres-ciment



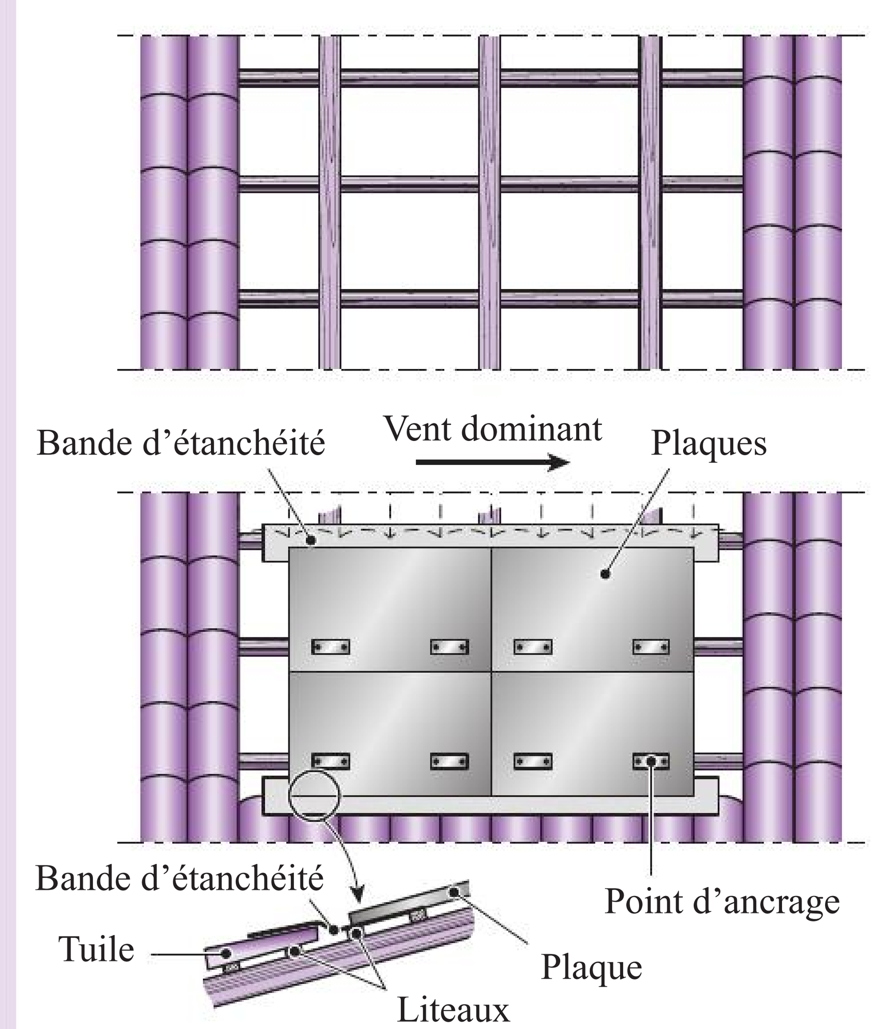
Sur tôle métallique



Sur feuille de zinc

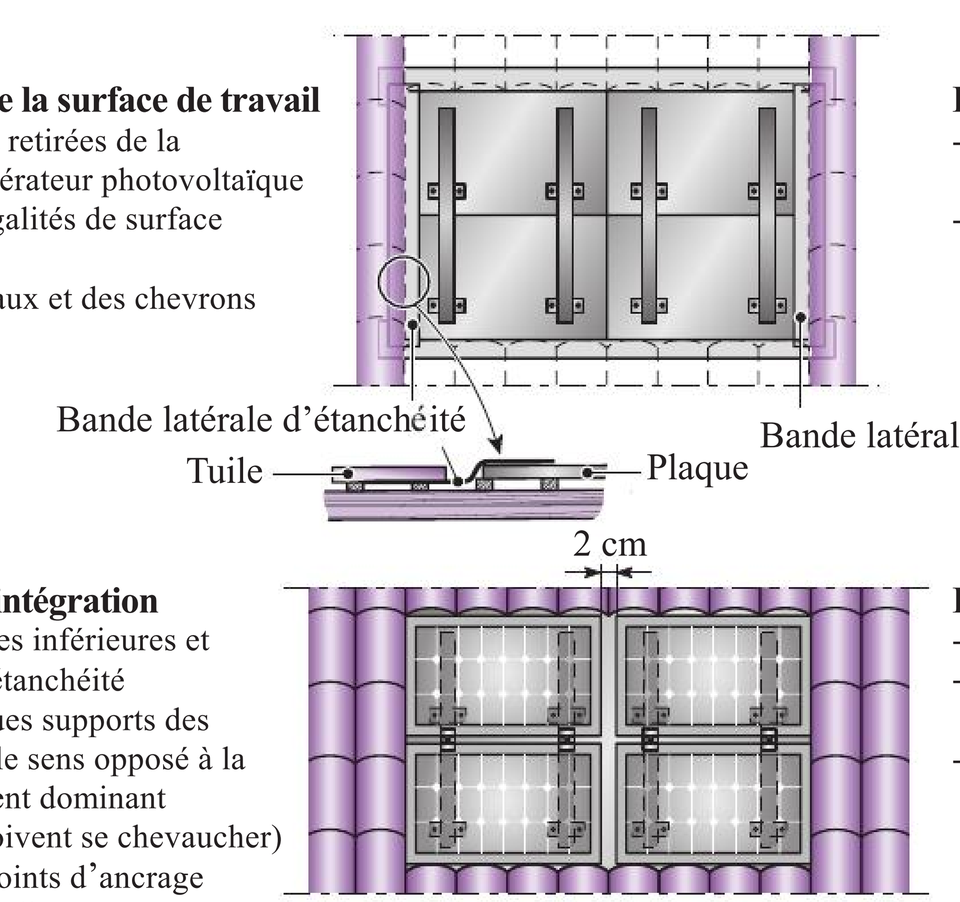
Modules intégrés à la toiture

Les modules intégrés au bâtiment remplacent la couverture de la toiture. Ils doivent à la fois produire de l'électricité et assurer une fonction technique architecturale : clos et couvert, verrière, bardage, etc.



① **Préparation de la surface de travail**
- Les tuiles sont retirées de la surface du générateur photovoltaïque
- Les fortes inégalités de surface sont corrigées
- L'état des liteaux et des chevrons est contrôlé

② **Pose du kit d'intégration**
- Pose des bandes inférieures et supérieures d'étanchéité
- Pose des plaques supports des modules dans le sens opposé à la direction du vent dominant (les plaques doivent se chevaucher)
- Fixation des points d'ancrage des rails sur les liteaux



③ **Pose des rails porteurs**
- Pose des rails sur les points d'ancrage
- Pose des bandes latérales d'étanchéité

④ **Pose des modules**
- Pose des modules sur les rails
- L'écartement entre les modules doit être de 2 cm
- Entre les modules est appliquée de la colle de montage et d'étanchéité surmontée d'une baguette de protection

Comment ça marche

Ventilation des couvertures

La sous-face des couvertures doit être ventilée afin d'assurer la conservation du bois supportant les éléments de couverture, de limiter la condensation et les risques de corrosion ou de fissuration de la couverture par le gel et d'assurer la bonne siccité de l'isolant éventuel. La lame d'air est située sous les éléments de couverture pour les tuiles, ardoises, tavaillons, plaques métalliques ou en fibres-ciment et sous le support de couverture pour les feuilles métalliques supportées et les bardeaux bitumés.

Sections des ouvertures de ventilation

Pour les couvertures en tuiles (a), bardeaux bitumés (b), ardoises naturelles et de fibres-ciment (c), plaques nervurées métalliques (d) et en feuilles supportées (e), il convient de respecter :
- les rapports entre les sections des ouvertures et les surfaces projetées horizontalement de la couverture afin que la ventilation de la lame d'air soit efficace ;
- l'épaisseur minimale de la lame d'air.

Les surfaces d'ouverture données sont les surfaces totales ; elles sont à répartir par moitié en haut et en bas du versant, en ajoutant éventuellement une ligne intermédiaire d'ouvertures en quinconce pour les versants longs.

La ventilation en sous-face des tuiles canal et en surface de leur support n'est pas nécessaire à moins que les tuiles ne soient entièrement maçonnées. En cas de pose sur liteaux avec écran souple de sous-toiture, une lame d'air, d'une épaisseur minimale de 20 mm, est nécessaire (40 mm en cas de support continu).

Type de tuile		Rapport(s) de la section des ouvertures/surface projetée de la couverture selon la position de l'isolation			
		Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4
Tuiles en terre cuite à emboîtement ou à glissement Tuiles en terre cuite à pureau plat Tuiles plates en terre cuite Tuiles en béton à emboîtement Tuiles planes en béton		S_1 = 1/5000 S_2 = 1/3000	S = 1/5000	S_1 = 1/5000 S_2 = 1/3000	S = 1/3000
Tuiles plates en béton	Cas courant	S_1 = 1/5000 S_2 = 1/5000	S = 1/5000	S_1 = 1/5000(1) S_2 = 1/2000(1)	S = 1/1250
	Zone très froide altitude > 600 m(1)	S_1 = 1/5000 S_2 = 1/1200	S = 1/5000		S = 1/3000

(1) L'épaisseur minimale de la lame d'air nécessaire pour ces ventilations est de :
- 2 cm au-dessus de l'écran (écran souple ou écran rigide en bois ou panneaux dérivés du bois) ;
- 2 à 6 cm au-dessus de l'isolant.

S : zone entre isolant et éléments ; S_1 : zone entre écran et éléments ; S_2 : zone entre isolant et écran

a Couvertures en tuiles

Dimensions à respecter	Longueur de rampant	
	≤ 12 m	De 12 à 16,50 m
Section totale des orifices(1)	1/500 de la surface de la couverture	
Épaisseur minimale de la lame d'air (cm)	4	6

(1) Répartie pour moitié en entrées d'air et pour moitié en sorties d'air. Les sorties d'air peuvent être positionnées sur les pignons s'ils sont distants de moins de 15 m et si les combles ne sont ni aménagés ni cloisonnés. Sinon, elles se font en faîtage ou par chatières près du faîtage.

b Couvertures en bardeaux bitumés

Dimensions à respecter selon la position de l'isolation	(S)	(E_1, S_1, S_2)	(S_1, E_1)	(S_1, S_2, E_1, E_2)
Section totale (égout et faîtage) de ventilation par rapport à la surface projetée de la couverture	S > 1/3000	S_1 > 1/3000 S_2 > 1/500	S > 1/800	S_1 > 1/3000 S_2 > 1/1200
Épaisseur minimale de la lame d'air (cm)	–	E_1 = 2	E_1 = 2	E_1 = 2 E_2 = 2 (écran souple) = 4 (écran rigide)

S : zone entre isolant et éléments ; S_1 : zone entre écran et éléments ; S_2 : zone entre isolant et écran
E_1 : épaisseur entre écran et éléments ; E_2 : zone entre isolant et écran

c Couvertures en ardoises naturelles et de fibres-ciment

Type de bâtiment		Rapport de la section minimale d'ouverture par rapport à la surface projetée du versant		Épaisseur de la lame d'air (cm)
		Entrées d'air	*Sorties d'air*(1)	
Fermé non isolé		1/500	1/500	-
Fermé, isolation sous pannes	Faible hygrométrie	1/2000	1/2000	4
	Moyenne hygrométrie	1/1000	1/1000	4

(1) La ventilation peut s'effectuer en pignons si à la fois :
- la distance entre pignons est inférieure à 12 m ;
- l'isolation au niveau du faîtage ne gêne pas cette ventilation.

d Couvertures en plaques nervurées métalliques

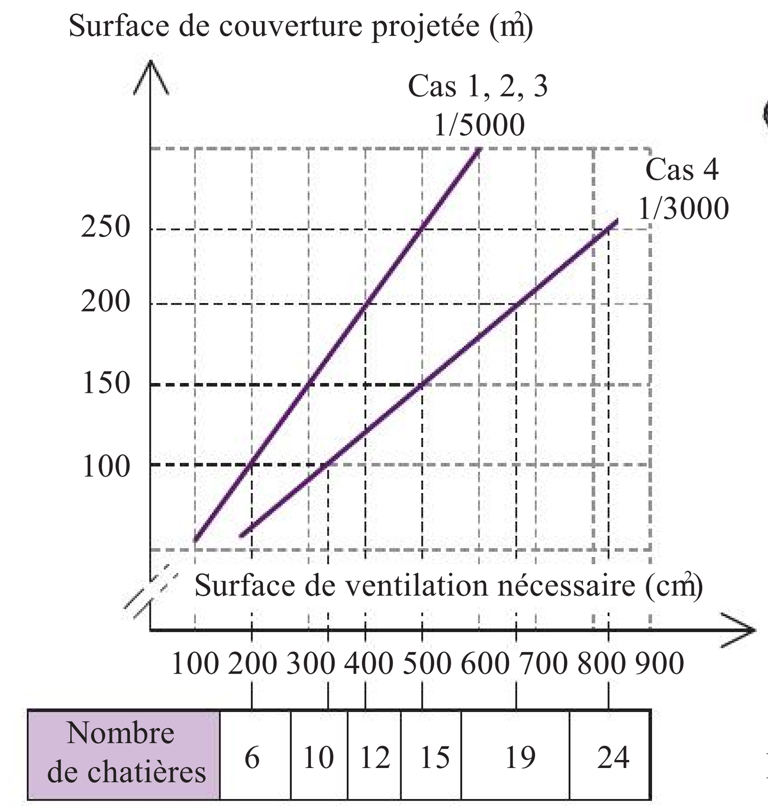
Dimensions à respecter selon la position de l'isolation	Comble perdu	Isolation sous rampant
Section totale (égout et faîtage) de ventilation par rapport à la surface projetée de la couverture(1)	1/5000	1/3000
Épaisseur minimale de la lame d'air (cm)	–	- 4 cm pour une longueur du rampant < 12 m - 6 cm pour une longueur du rampant > 12 m

(1) Dans le cas d'un comble perdu, la ventilation peut s'effectuer entre pignons.

e Couvertures en feuilles supportées

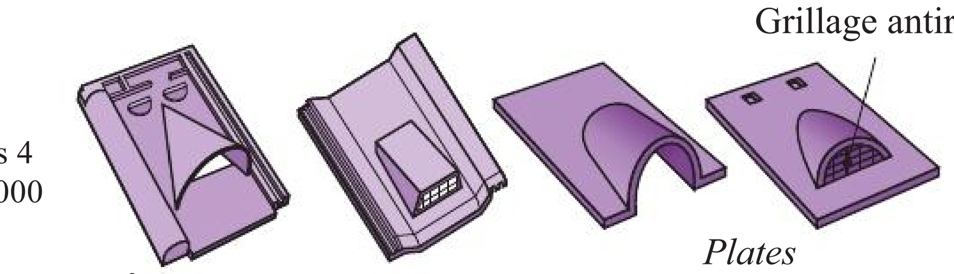
Couvertures en tuiles plates ou mécaniques

Les orifices de ventilation (a) sont constitués en égout par des chatières ou des tuiles de ventilation (b) et sous les débords de toiture, par des grilles ou des fentes continues dont l'ouverture minimale est de 1 cm. Pour les ouvertures supérieures à 2 cm, un grillage antirongeurs doit être installé. En faîtage, la ventilation est assurée par des chatières, des tuiles de ventilation ou par un dispositif de ventilation continue (closoirs de faîtage ventilés (c)) qui permettent généralement de supprimer la ligne haute des chatières.

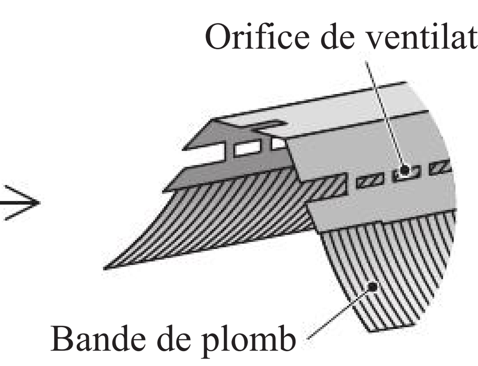


Nombre de chatières	6	10	12	15	19	24

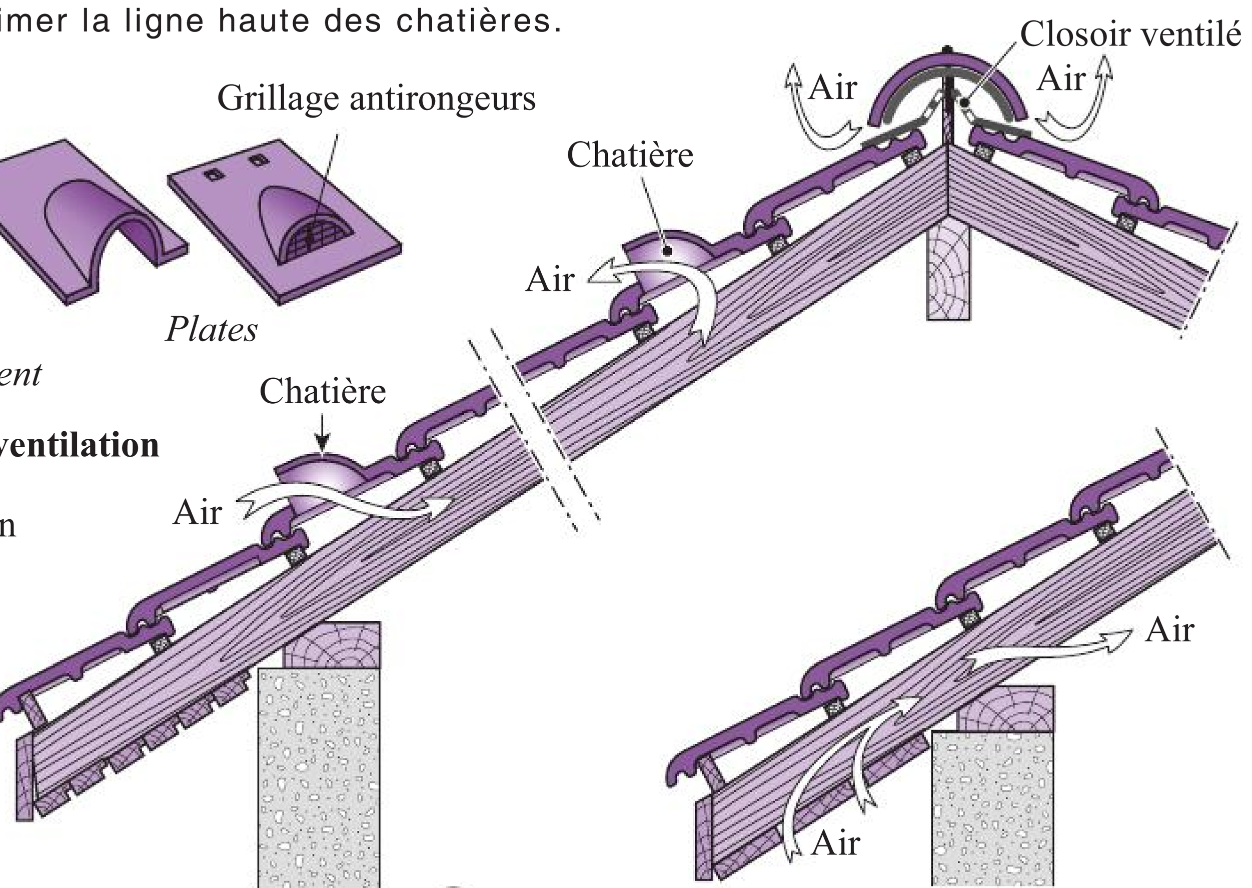
Calcul du nombre de chatières



b Chatières et tuiles de ventilation



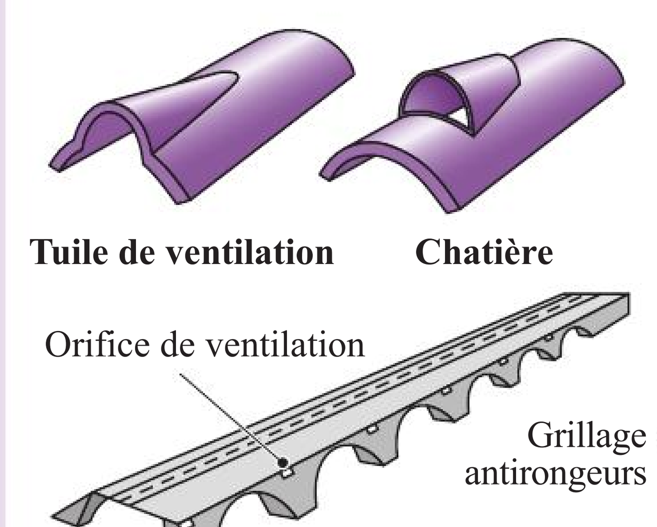
c Closoir ventilé



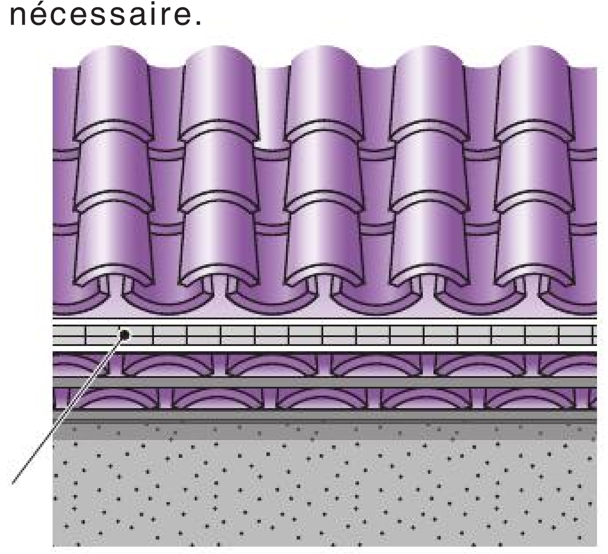
a Orifices de ventilation

Couvertures en tuiles canal

La forme des tuiles canal et la conception de la couverture assurent généralement une ventilation suffisante de la sous-face des tuiles et de leur support, sous réserve que les tuiles ne soient pas maçonnées. Si les tuiles sont entièrement maçonnées ou posées sur des plaques, un complément de ventilation peut être nécessaire.



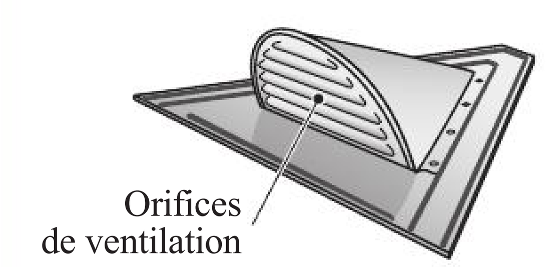
Closoir de faîtage



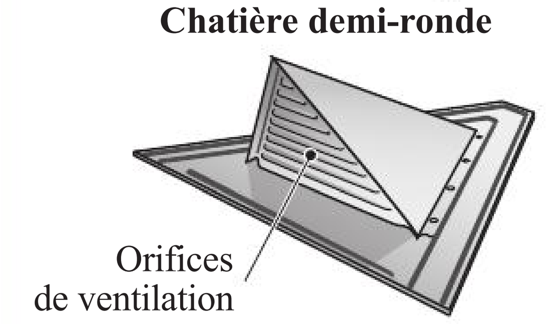
Ventilation continue en égout

Couvertures en ardoises

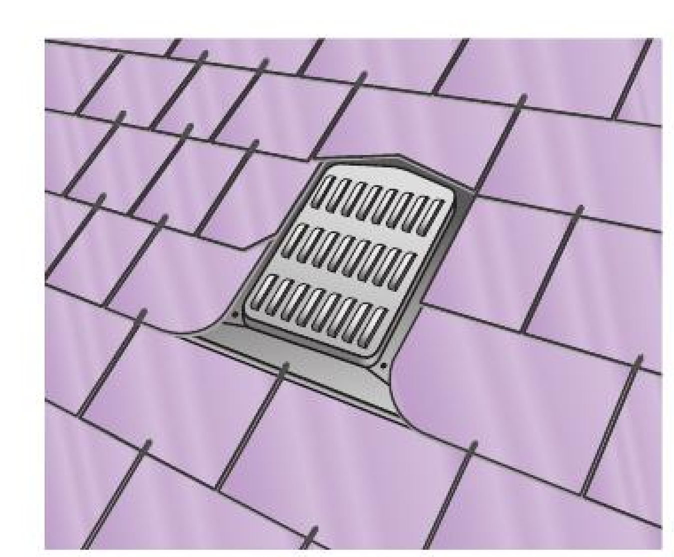
La section de ventilation doit toujours être suffisament importante : 1/3000 est adaptée à tous les cas, elle correspond à la part que la chatière (ou autre aération) doit avoir sur toute la surface du toit. Exemple : pour un toit de 140 m², il faut 460 cm² de ventilation.



Chatière demi-ronde



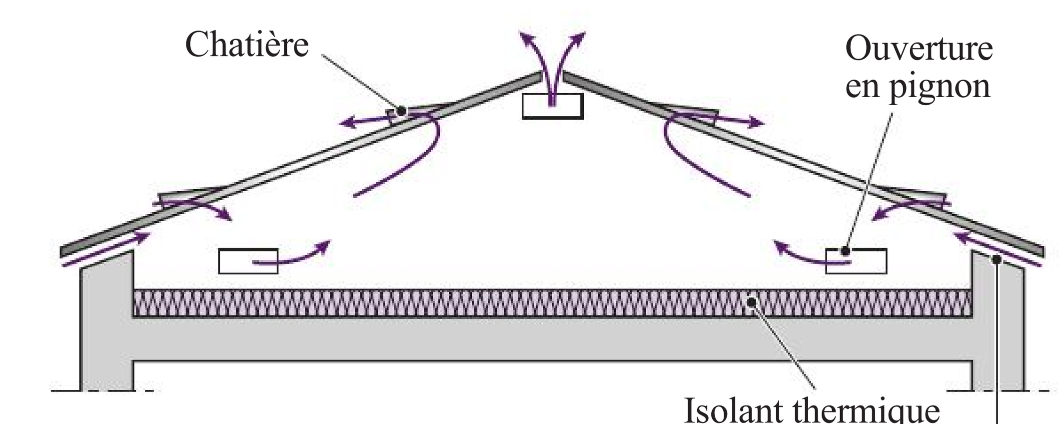
Chatière triangulaire



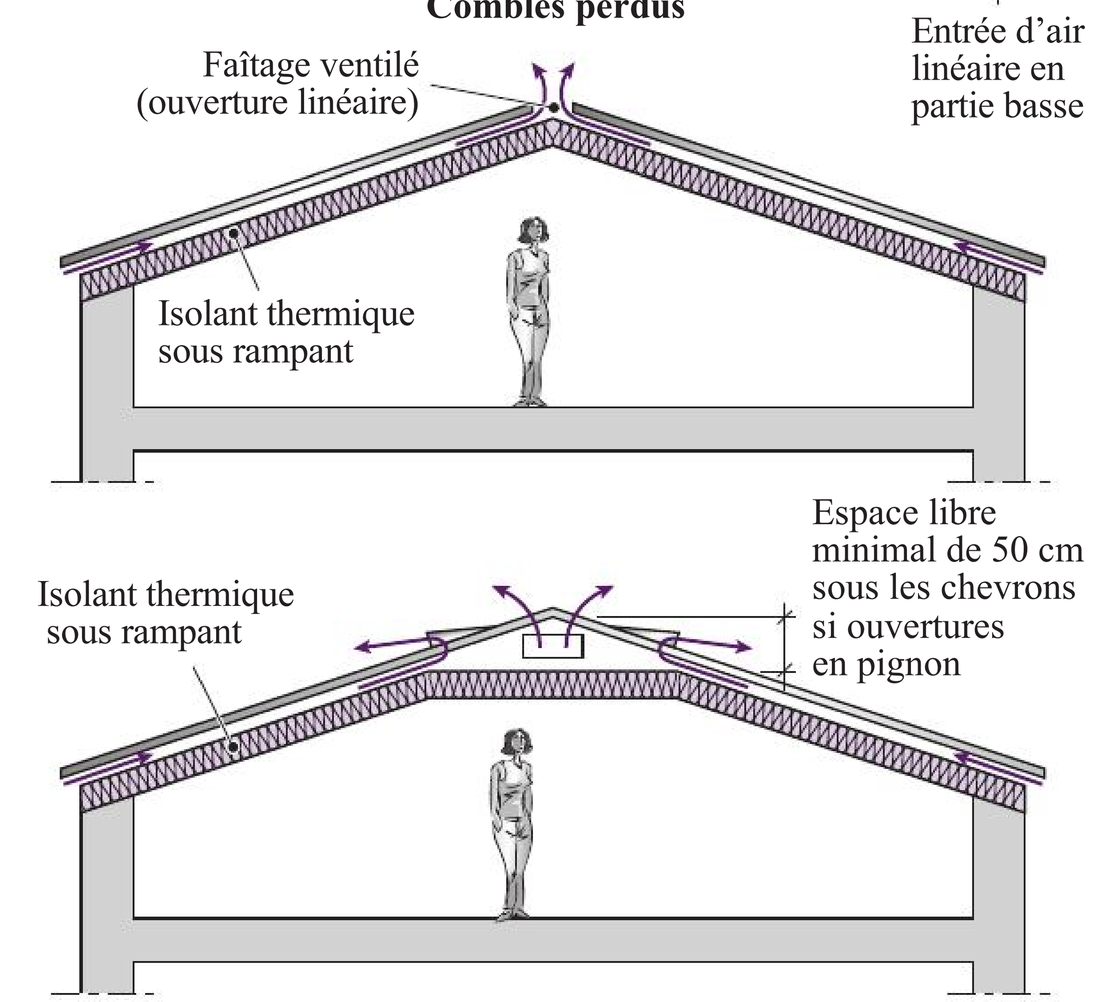
Chatière intégrée de ventilation

Couvertures en feuilles métalliques

La ventilation est assurée :
- soit par une entrée d'air linéaire en partie basse et une sortie d'air linéaire en partie haute de la couverture ;
- soit par une entrée d'air linéaire en partie basse et une sortie d'air ponctuelle en faîtage (chatières ou ouvertures en pignon si la distance entre les murs est ≤ 12 m).



Combles perdus



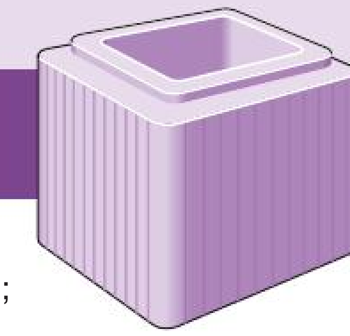
Combles isolés sous rampant

Comment ça marche

Conduits de fumée

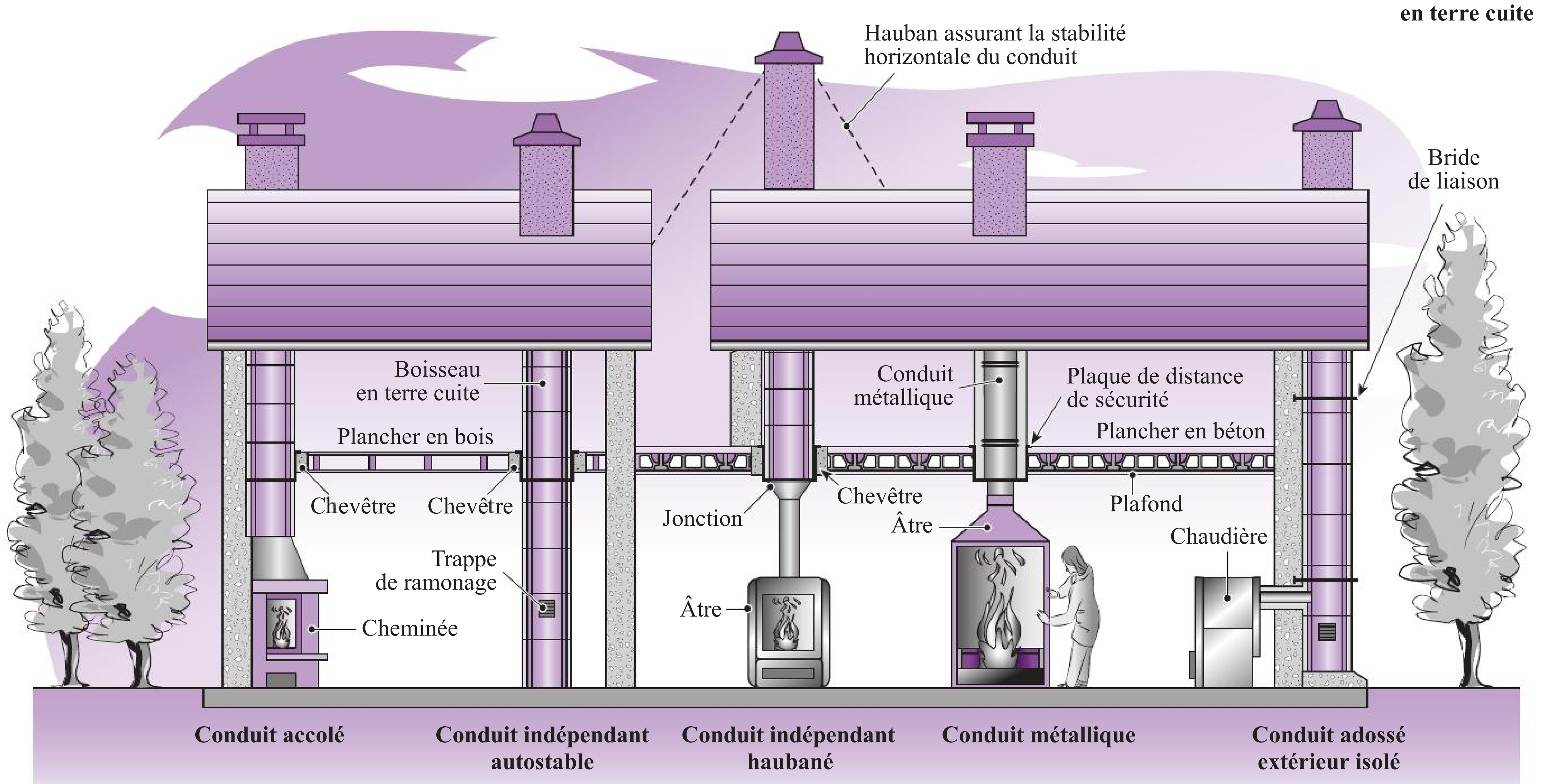
Un conduit de fumée est un ouvrage vertical destiné à évacuer les produits de combustion à l'extérieur du bâtiment. Il peut être en terre cuite, en béton ou encore métallique. Il doit être étanche et, selon les appareils à combustion raccordés, le combustible utilisé ou les conditions de fonctionnement, il doit aussi être résistant à la corrosion, à la condensation et au feu de cheminée. Une distance de sécurité doit être respectée entre la paroi extérieure du conduit et les matériaux combustibles avoisinants.

Types de conduit



Boisseau en terre cuite

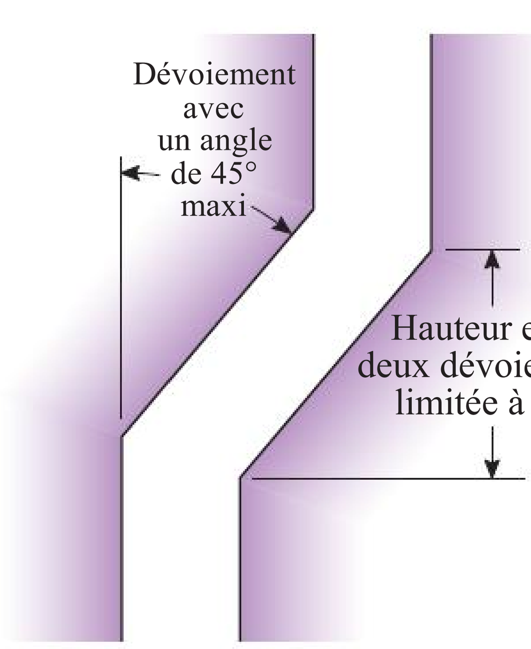
Un conduit peut être :
- indépendant (autoporteur autostable ou non ; dans ce dernier cas, sa stabilité horizontale doit être assurée par des haubans) ;
- adossé (autoporteur, mais lié à un support permettant la libre dilatation du conduit) ;
- accolé (le conduit et le support sur lequel il est accolé sont solidaires sur toute la hauteur du conduit).



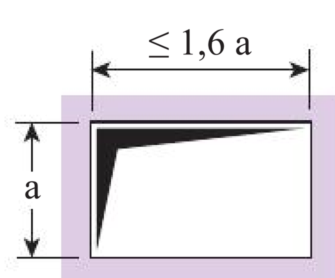
Conduit accolé — **Conduit indépendant autostable** — **Conduit indépendant haubané** — **Conduit métallique** — **Conduit adossé extérieur isolé**

Section et tracé de conduit maçonné

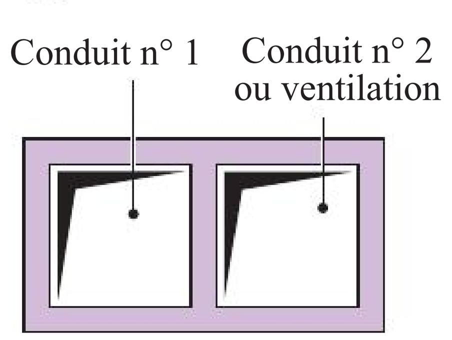
Les conduits doivent être verticaux. La norme autorise toutefois, sous certaines conditions, deux dévoiements (a). Les conduits en brique peuvent être simples (b) ou doubles monolithes (c). Toute autre composition est interdite.



a Dévoiement



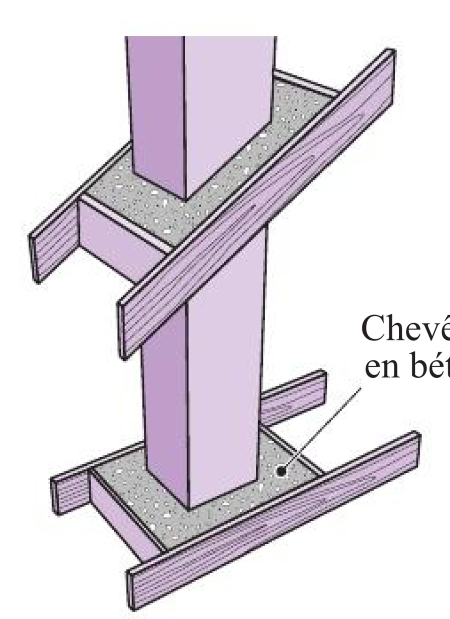
b Conduit simple



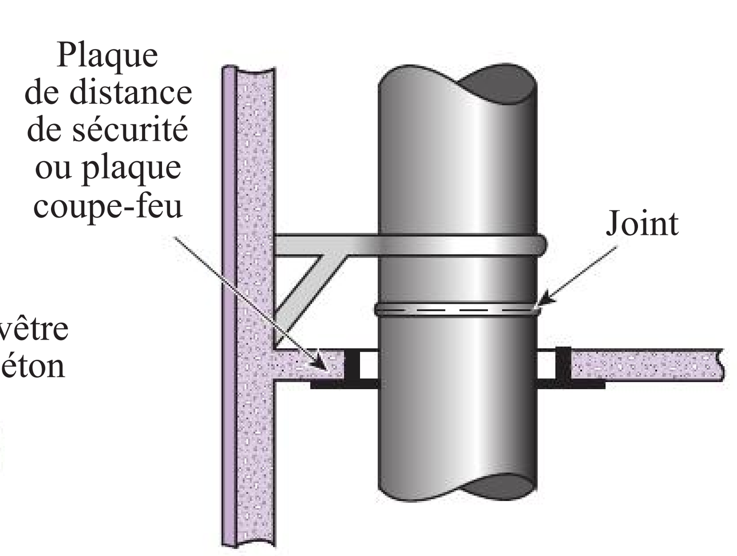
c Conduit double monolithe

Traversée de plancher et de toiture

L'écart minimum entre la paroi intérieure d'un conduit de fumée desservant un foyer et l'élément combustible le plus proche est de 16 cm pour un conduit maçonné, et de 8 cm pour un conduit métallique, même isolé. Un chevêtre en béton ou une plaque coupe-feu assure cette distance de sécurité.



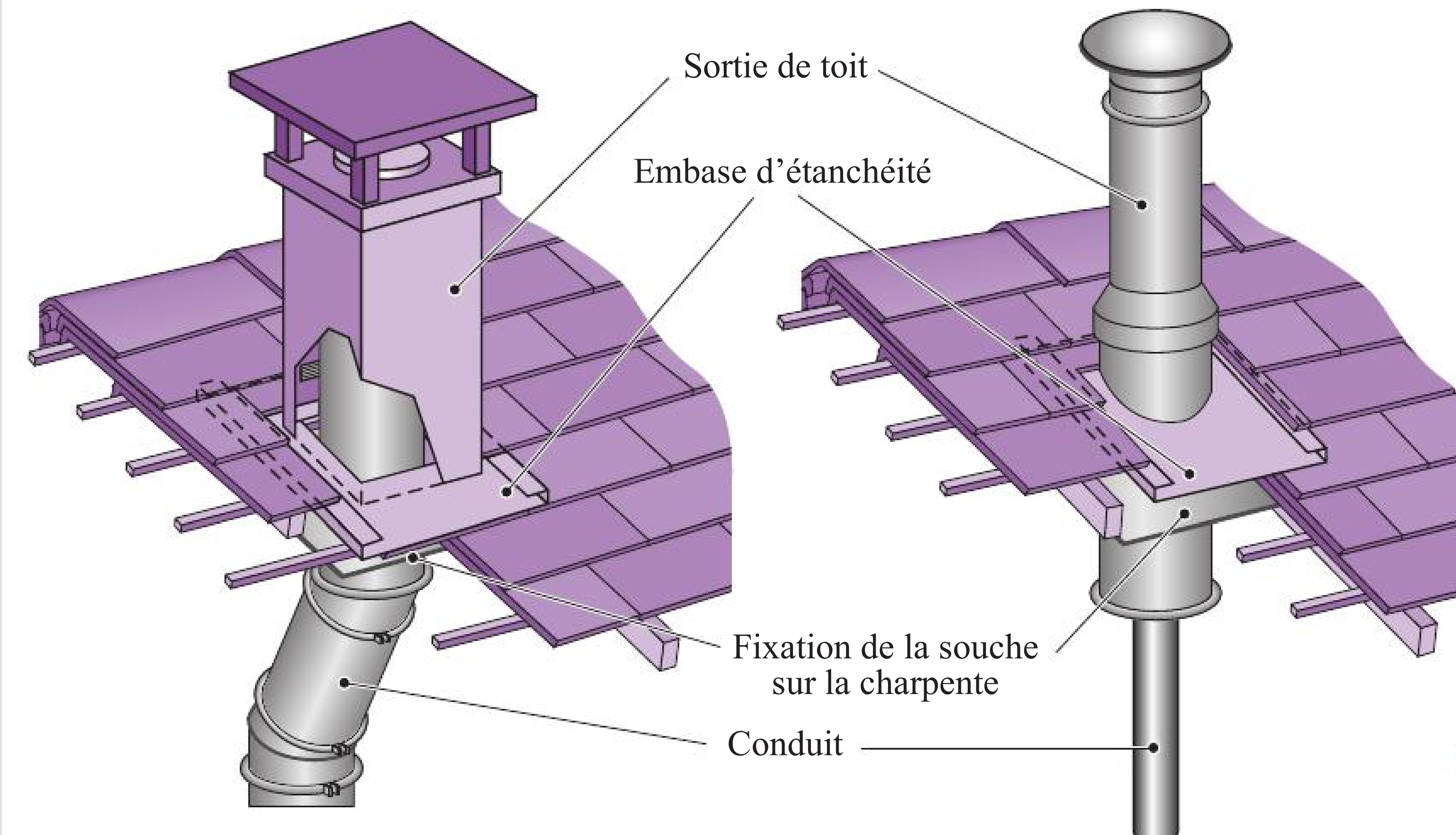
Chevêtres pour conduit maçonné porté par la charpente



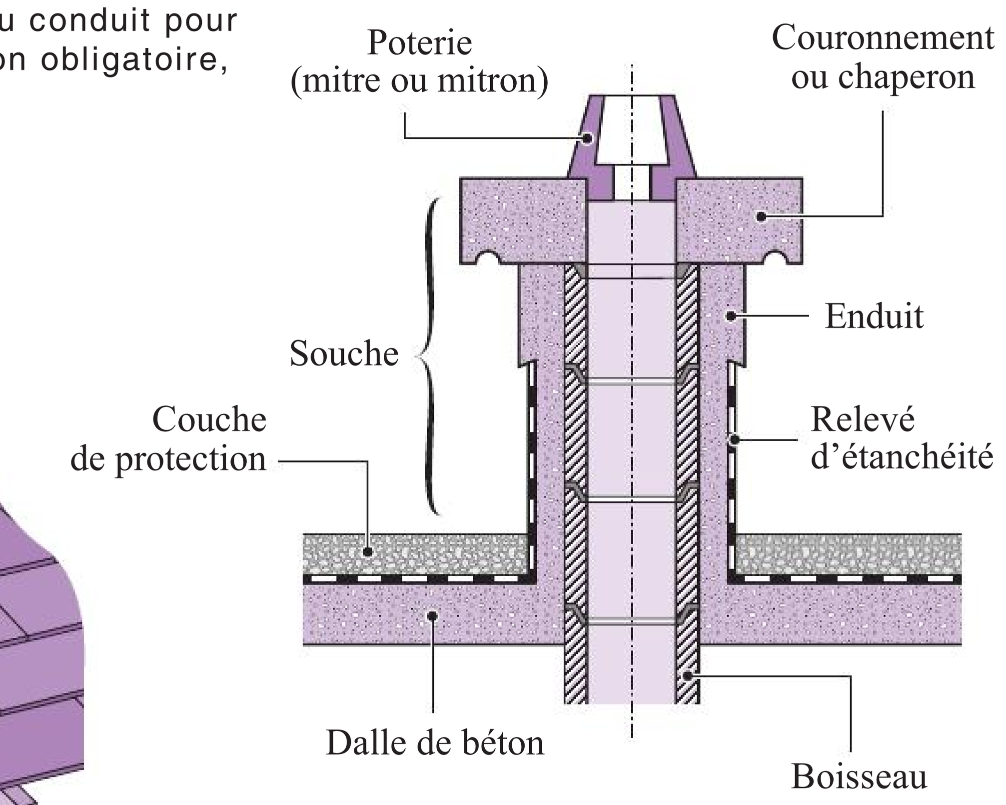
Chevêtre pour conduit métallique traversant un plancher en béton

Souche en toiture et terrasse

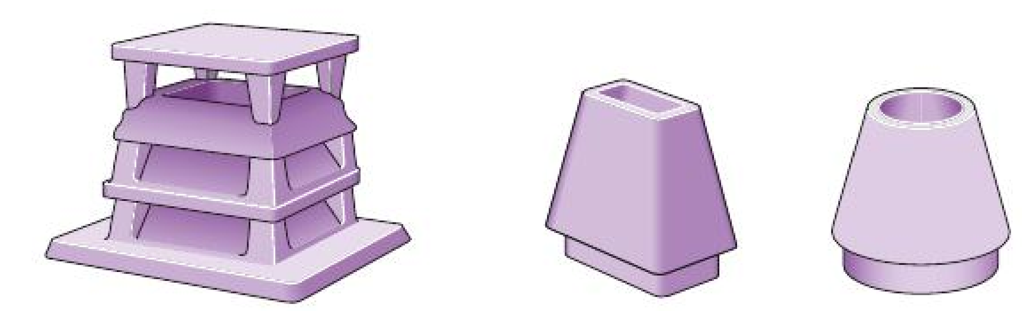
La section intérieure de la souche doit être égale à celle du conduit. Ses parties extérieures doivent être protégées par un enduit ou un revêtement étanche à la pluie. La pose d'un matériau isolant en sous-face de la couverture peut créer des pièges à calories rendant la distance de sécurité inefficace. Une adaptation est nécessaire au droit du conduit pour ventiler les pièces de bois situées en périphérie. Le couronnement, ou chaperon, non obligatoire, supporte les poteries (mitre ou mitron) ou les aspirateurs statiques ou mécaniques.



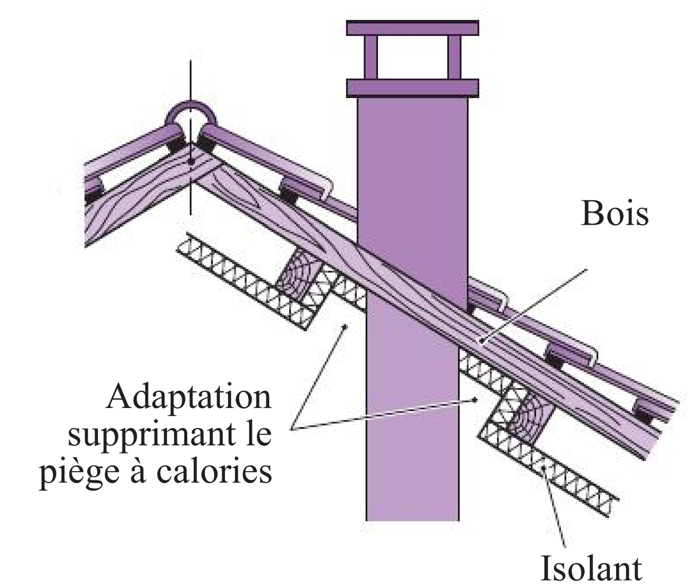
Débouché de conduits métalliques en toiture



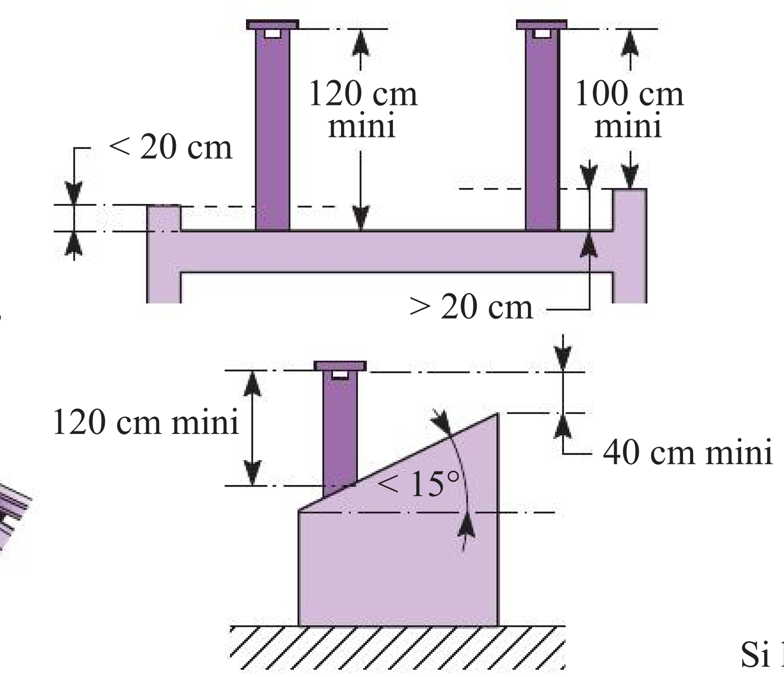
Débouché de conduit maçonné en terrasse



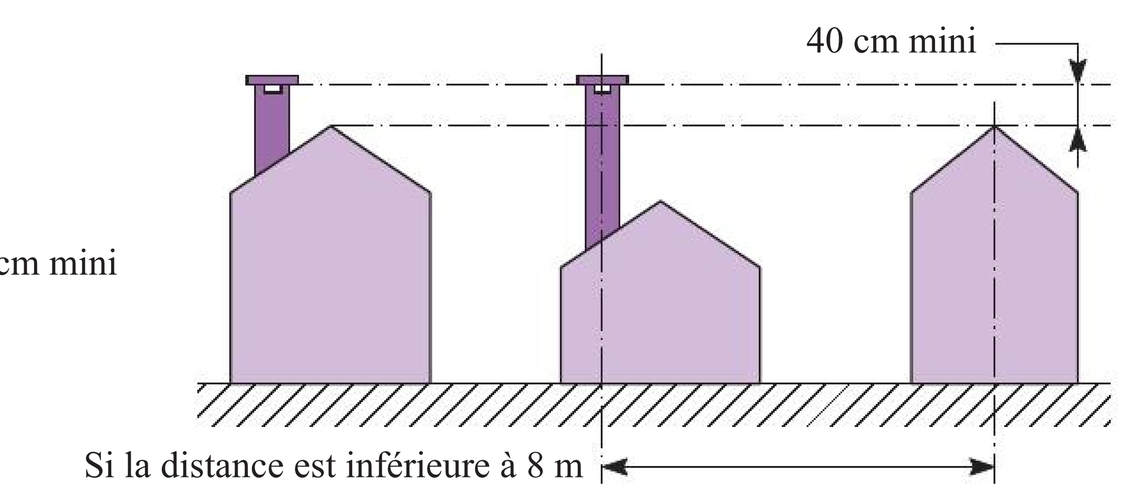
Aspirateur statique — **Mitre** — **Mitron**



Traitement des pièges à calories



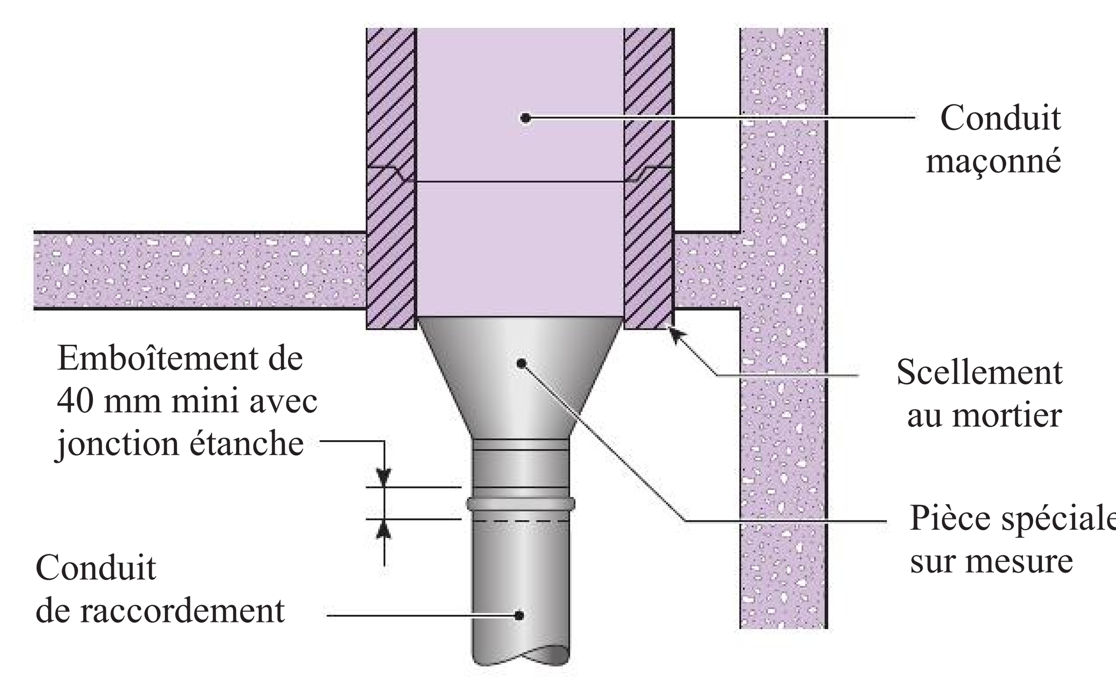
Sortie de souche en terrasse



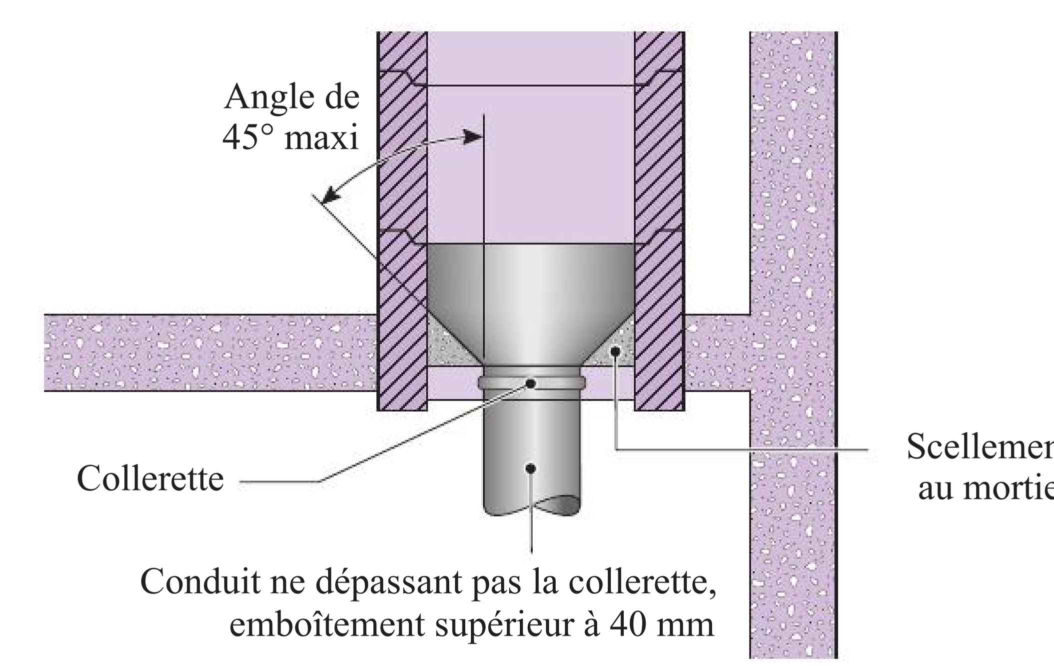
Sortie de souche en toiture

Jonction entre conduits

La jonction d'un conduit de raccordement métallique et d'un conduit de fumée maçonné en attente au plafond doit être effectuée par un élément spécialement conçu et réalisé sur mesure (a) ou par une collerette scellée (b).



a Raccordement avec élément spécial réalisé sur mesure



b Raccordement avec collerette scellée

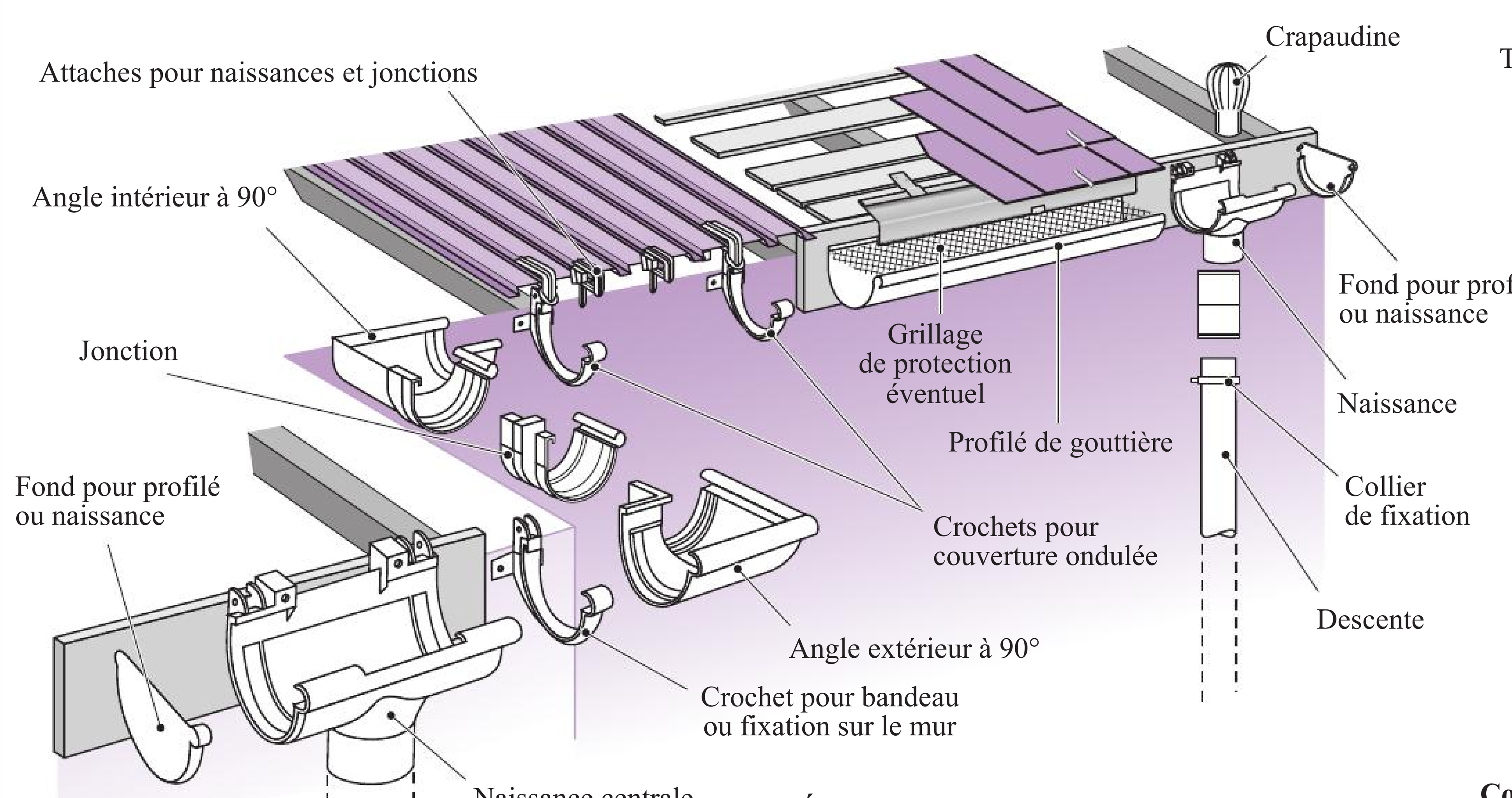
Collecte des eaux de pluie

Comment ça marche

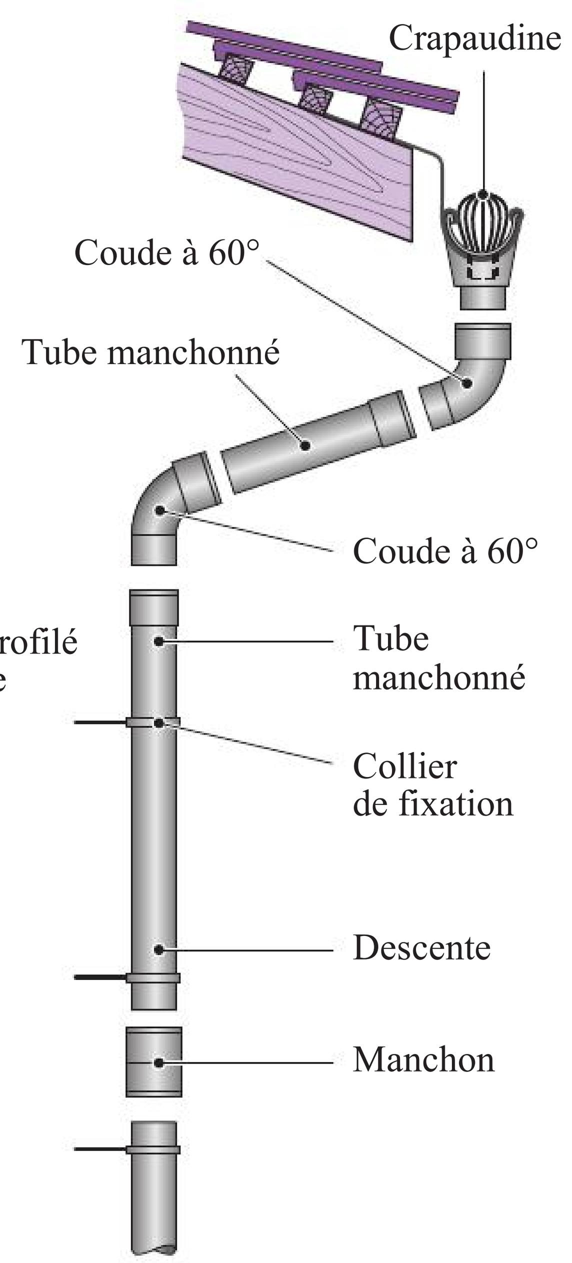
Une gouttière est un ouvrage de collecte des eaux pluviales à l'égout d'un pan de toit. Elle diffère d'un chéneau par la nature discontinue de son support. On utilise pour façonner les gouttières divers métaux laminés assez rigides pour franchir la distance entre les chevrons sans risque de fluage : le zinc, le cuivre, le fer galvanisé, l'acier inoxydable, l'aluminium ou le PVC. Suspendue ou intégrée à la couverture, la gouttière se différencie du chéneau qui, lui, repose sur un support plan (corniche, planche d'égout, etc.).

Éléments d'une gouttière pendante

La gouttière est fabriquée industriellement en éléments de deux, quatre ou six mètres, en PVC ou par profilage de bandes de métal, ou façonnée par le zingueur en atelier ou sur le chantier. La rive extérieure est ourlée pour améliorer la rigidité et l'aspect. Les éléments peuvent être emboîtés à recouvrement, quelquefois rivetés, et collés ou soudés jusqu'à atteindre une longueur totale de dix à douze mètres pour le zinc et le PVC, et davantage pour l'aluminium, le cuivre et l'acier.



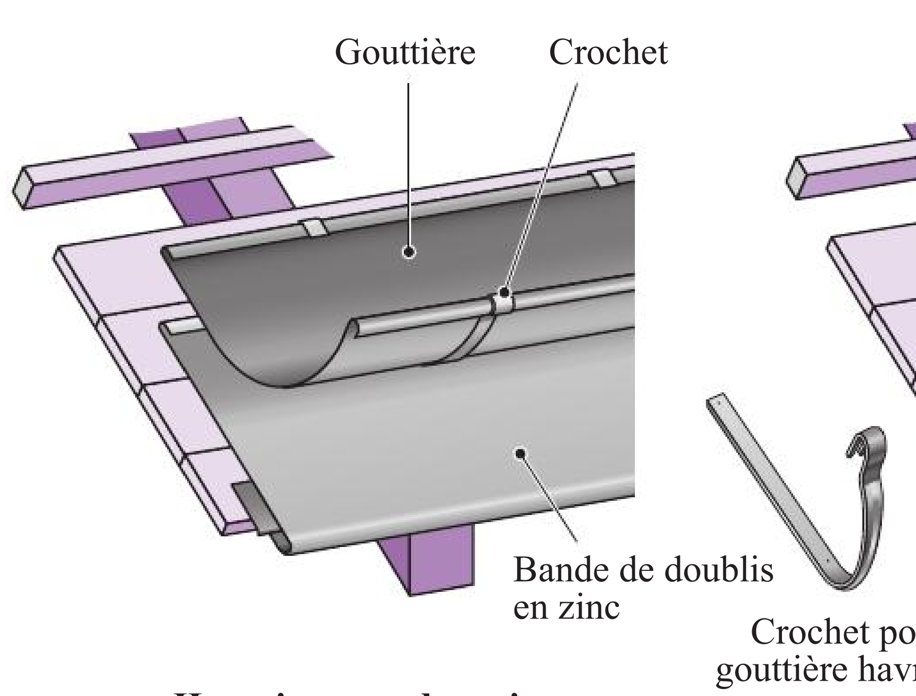
Éléments d'une gouttière en PVC



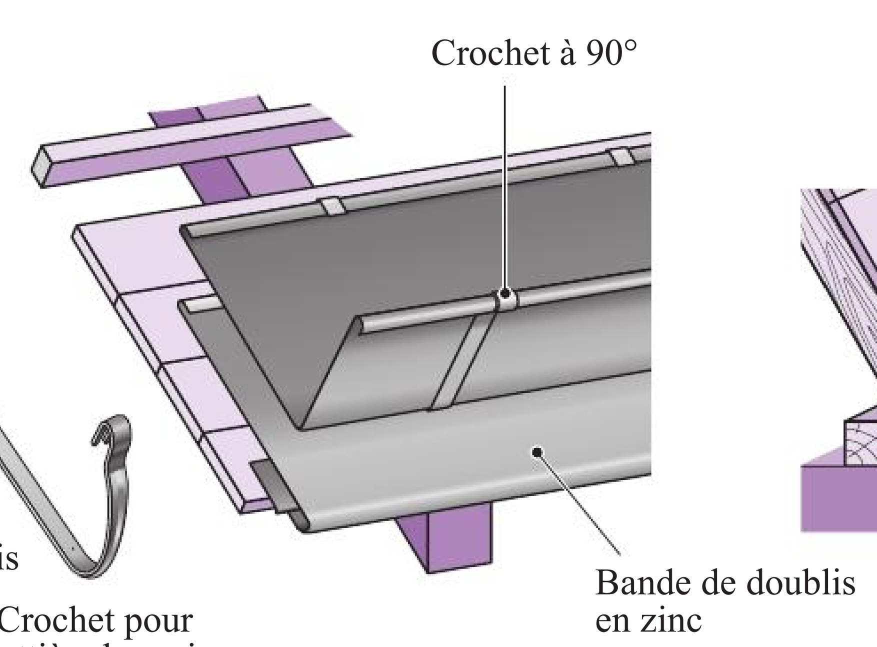
Collecte et descente des eaux pluviales

Gouttière intégrée à la couverture

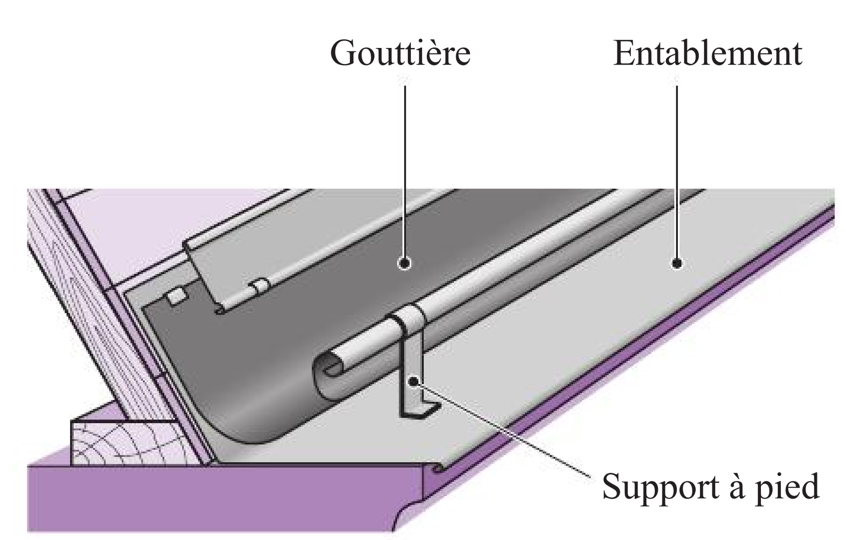
Il existe 3 types de gouttière intégrée à la couverture :
- havraise ou ardennaise : son profil rappelle un peu celui des gouttières pendantes demi-rondes ; elle repose sur une bande de doublis en zinc en bas de pente ;
- nantaise ou laval : elle se distingue de la gouttière havraise par son profil à angle droit ;
- anglaise : le canal d'évacuation à rives de niveau repose sur des supports à pied venant s'appuyer sur l'entablement.



Havraise ou ardennaise



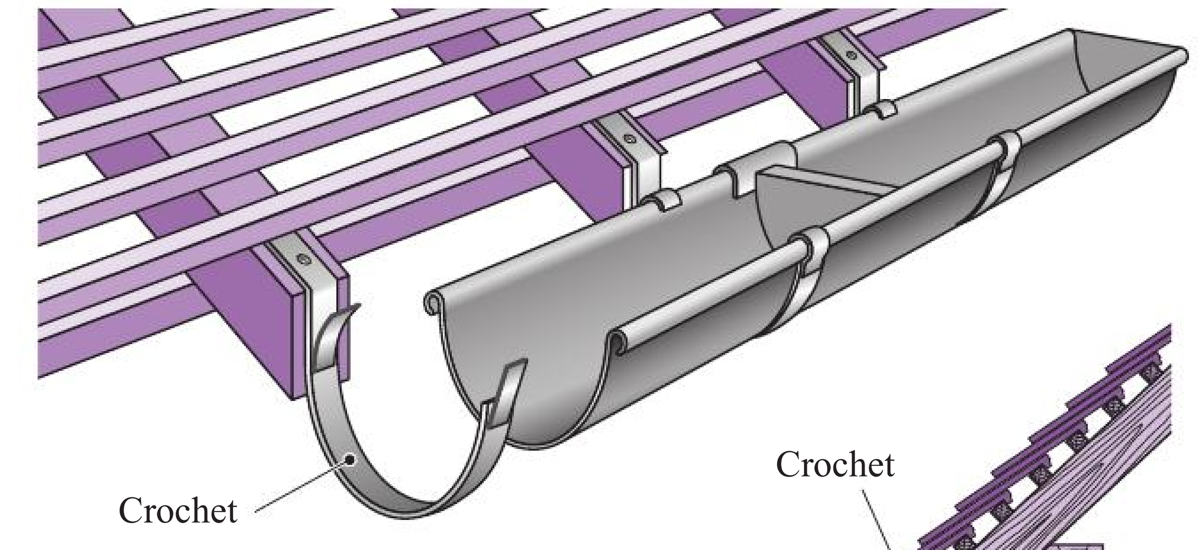
Nantaise ou Laval



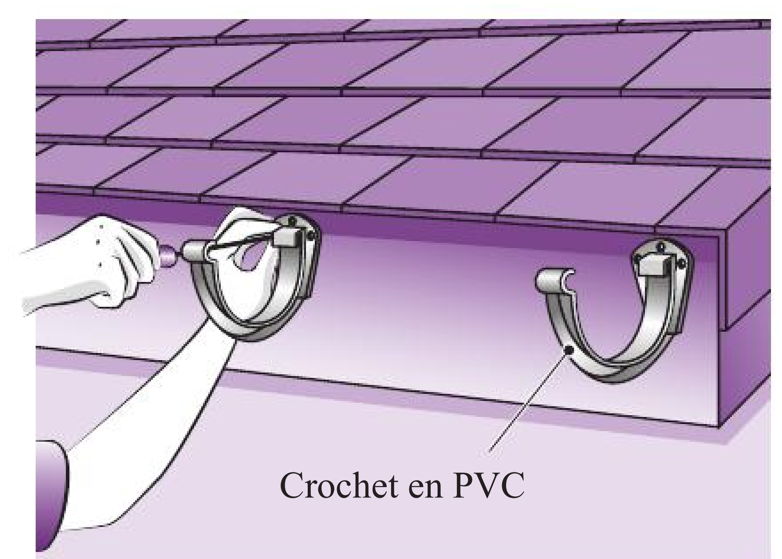
Anglaise

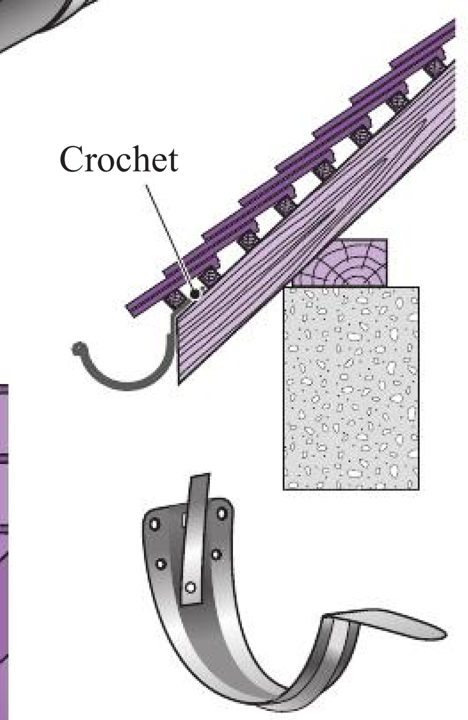
Crochets et fixations

La gouttière est dite « pendante » quand les crochets sont fixés à l'extrémité des chevrons en saillie, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un bandeau d'égout. Elle est dite « rampante » si les crochets sont fixés à la face supérieure des chevrons ou au voligeage de l'égout. Elle peut également être posée sur un entablement à la façon anglaise, ou sur des crochets munis d'une chevillette fichée dans le mur.

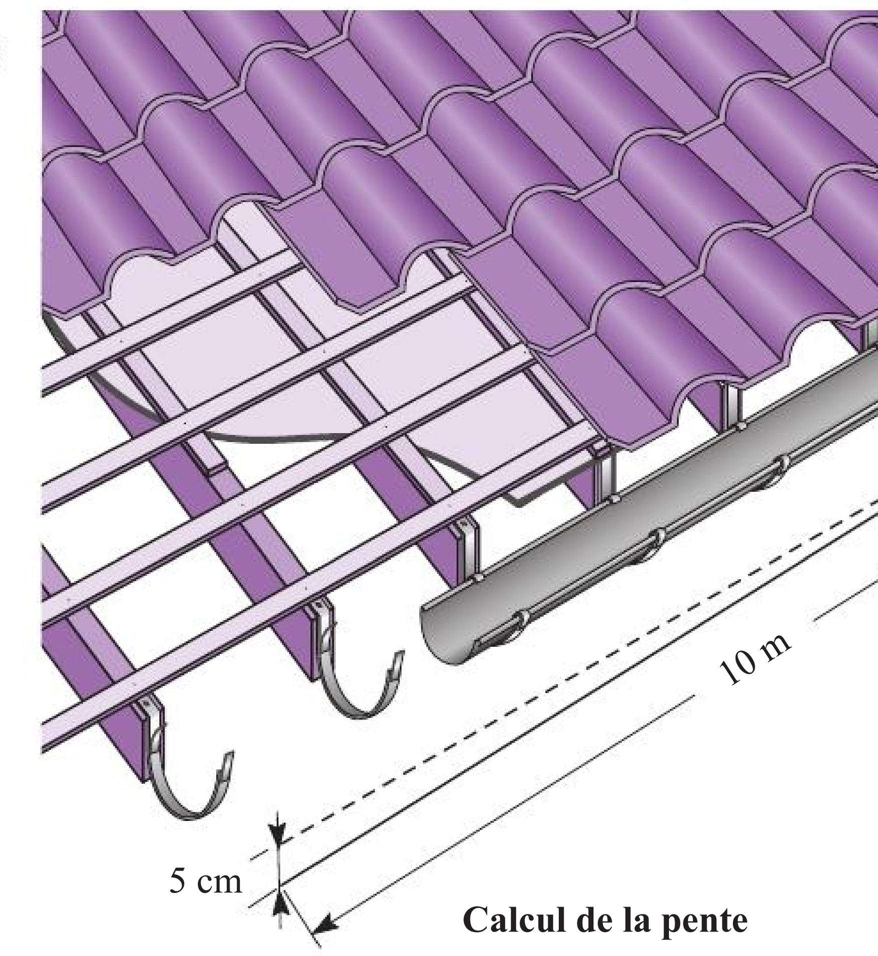


Fixation pour gouttière rampante

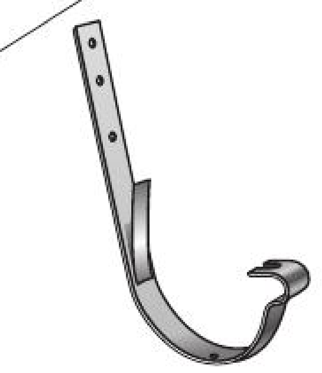




Crochet en zinc pour fixation sur le mur ou sur le bandeau



Calcul de la pente

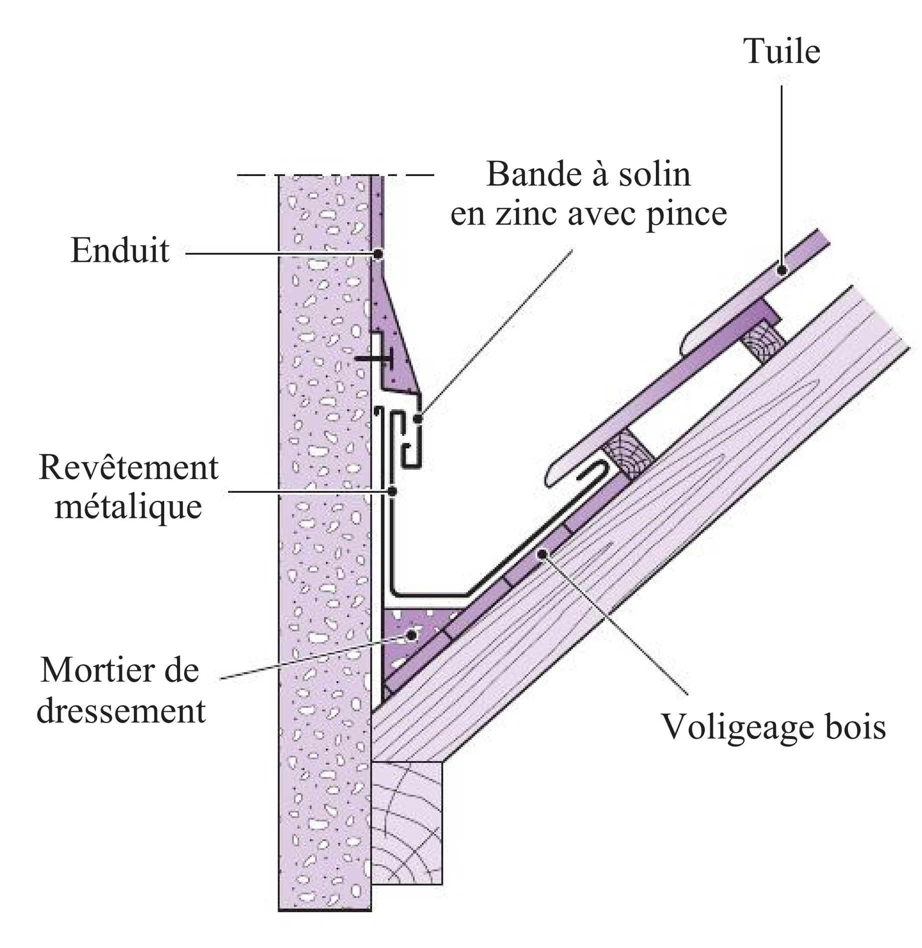


Crochet universel à plier

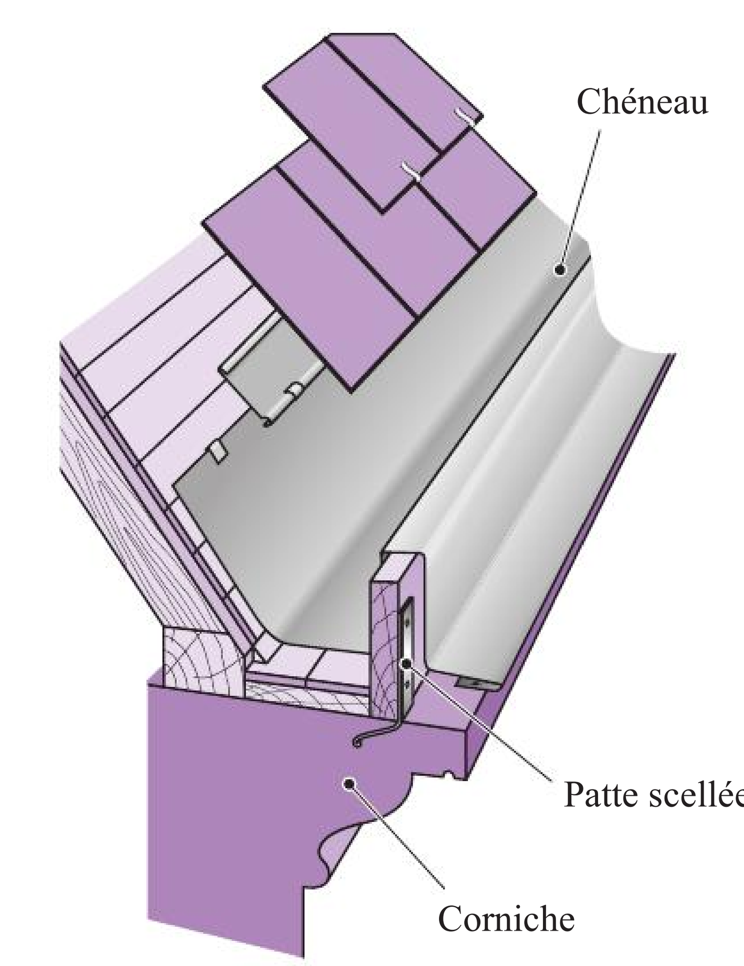
Le débit d'une gouttière dépend de sa pente, de la surface et de la forme de la section de son écoulement. La pente ne doit pas être inférieure à cinq millimètres par mètre.

Chéneaux

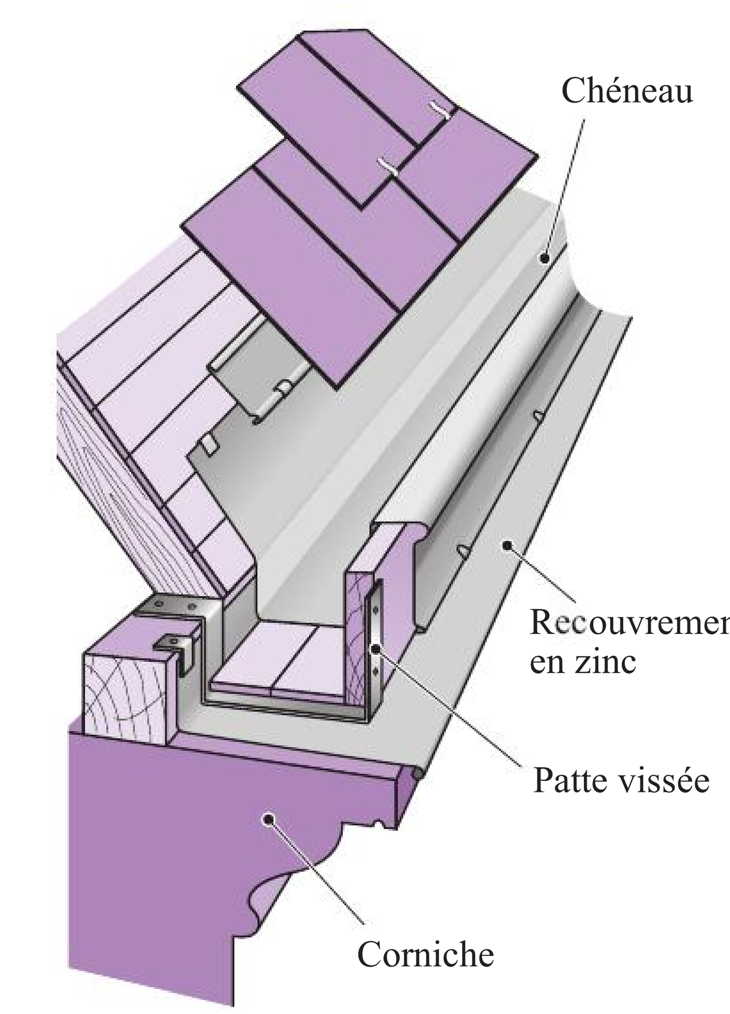
Un chéneau est un conduit en pierre, en terre cuite ou en métal (généralement en zinc) collectant les eaux pluviales à la base de la toiture, des combles ou entre deux versants, pour en permettre l'évacuation par les tuyaux de descente ou les gargouilles. Le chéneau est de dimensions supérieures à la gouttière et se pose généralement sur un support continu. Il peut être d'une taille importante (environ 30 cm de large), et doit être suffisamment solide et stable pour supporter le passage d'un ouvrier, pour son entretien par exemple. Il arrive que le terme « chéneau » s'emploie pour distinguer une gouttière de sa descente.



Égout de toiture avec chéneau



Chéneau à encaissement rampant sur un entablement de corniche



Chéneau à l'anglaise, avec recouvrement en zinc de l'entablement sur toute sa largeur

Comment ça marche

Récupération des eaux de pluie

L'eau de pluie collectée à l'aval de toitures inaccessibles est utilisable pour des usages domestiques extérieurs au bâtiment. À l'intérieur, elle peut être réservée aux toilettes et au lavage des sols. L'utilisation de l'eau de pluie n'est autorisée que pour certaines catégories de bâtiments. Elle est interdite à l'intérieur des ERP dans lesquels est pratiquée une activité de santé, sociale ou médico-sociale ainsi que dans les crèches et les écoles.

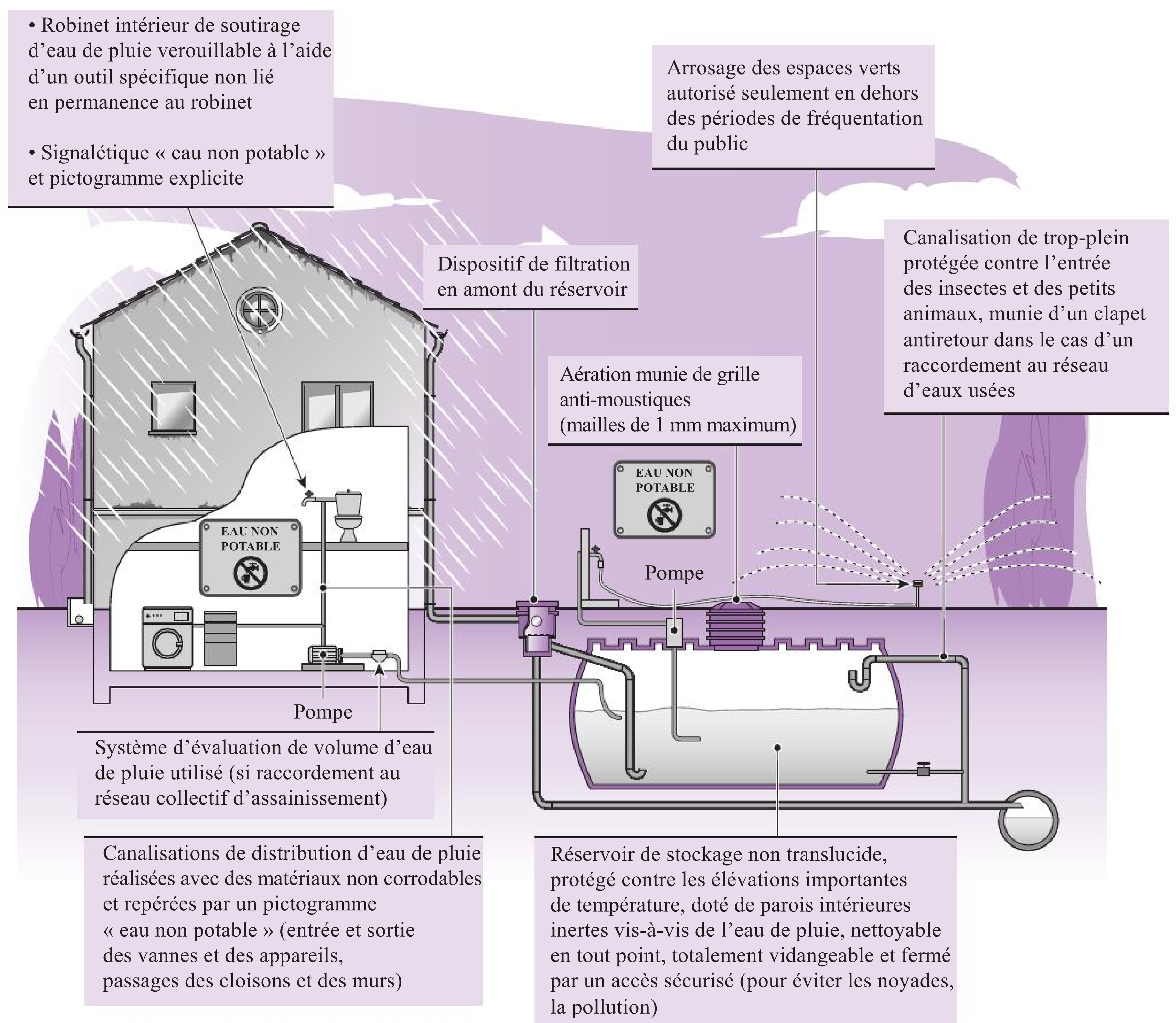
Exemples d'installation

Système enterré pour usage intérieur et extérieur

Le dispositif de stockage est composé d'une ou de plusieurs cuves reliées entre elles, implantées à l'intérieur ou à l'extérieur d'un bâtiment. Ces cuves peuvent être enterrées, semi-enterrées, rigides ou semi-rigides. Les matériaux utilisés peuvent être le béton, l'acier, le polyéthylène (PE), le polypropylène (PP) ou le plastique renforcé de verre (PRV).

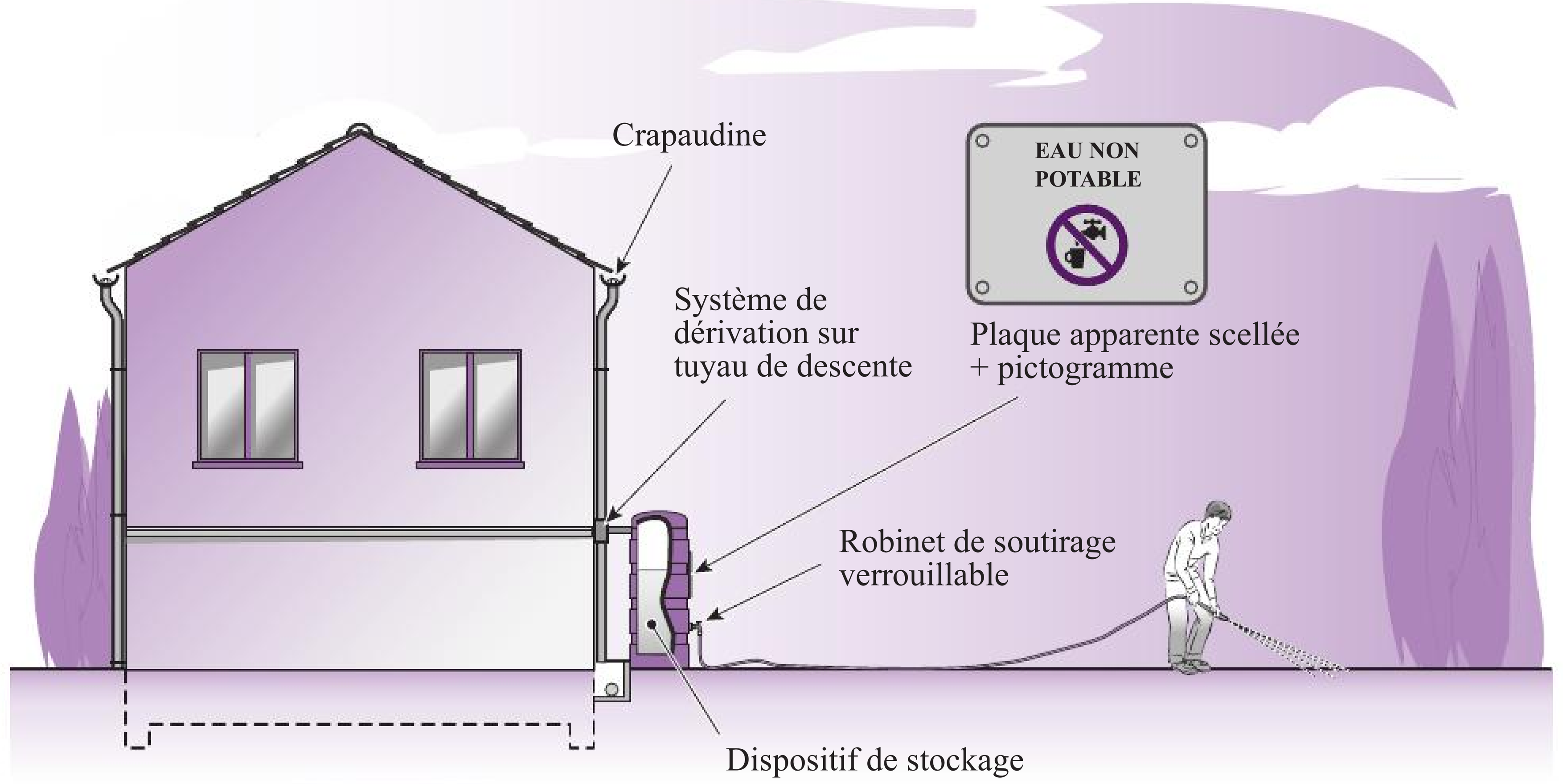
Le dispositif de stockage doit être protégé contre la pollution extérieure et pourvu de grilles anti-moustiques au niveau des aérations.

Les eaux de pluie récupérées dans la cuve sont pompées et distribuées à une pression adaptée. Le pompage est effectué avec des pompes immergées ou de surface situées à l'extérieur du dispositif de stockage.



Système à l'air libre pour usage extérieur

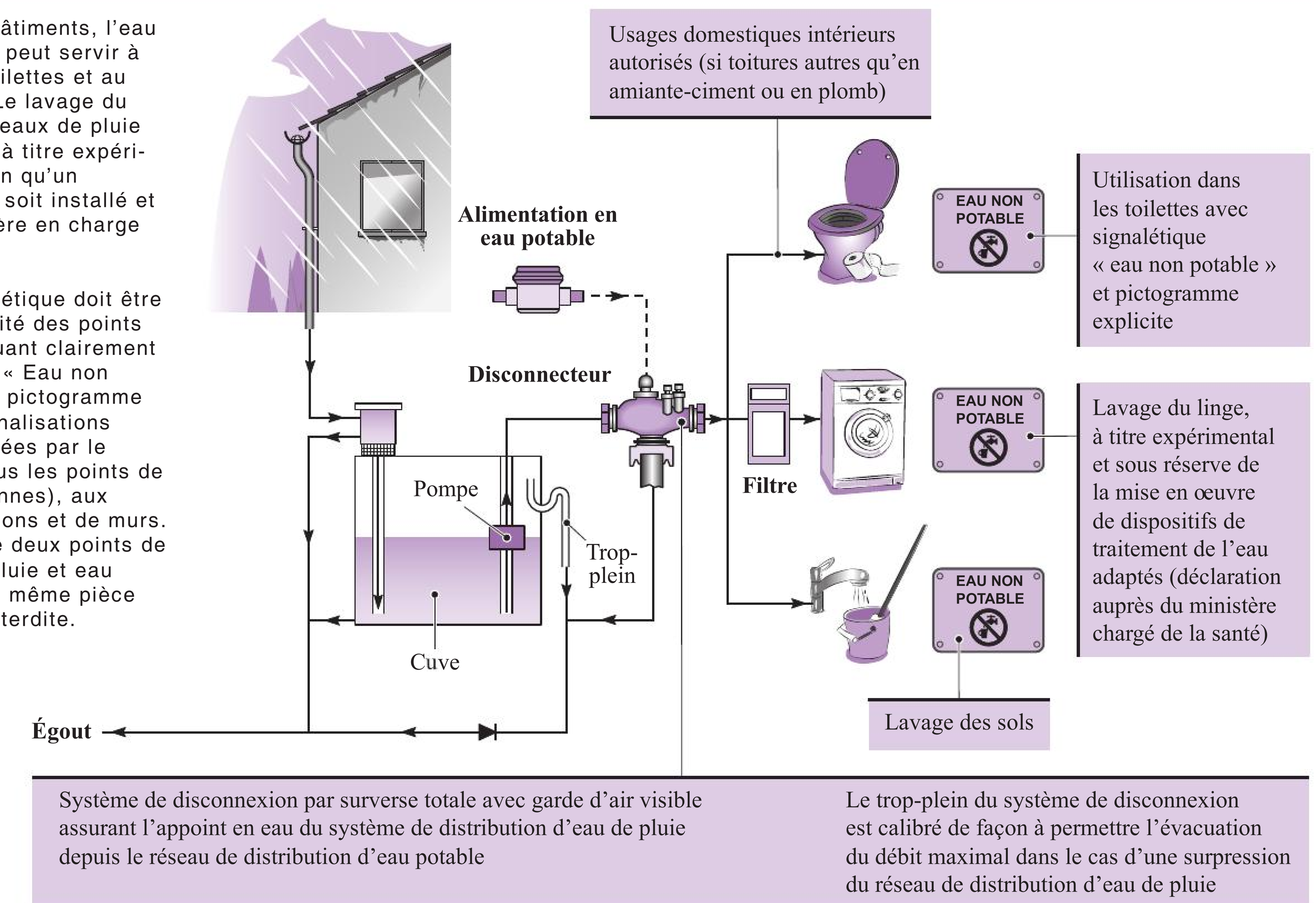
Moins coûteuse et d'une mise en œuvre plus aisée, une cuve à l'air libre s'intègre dans un coin du jardin, le plus souvent au plus près de la descente d'eaux pluviales. Les cuves réservoirs peuvent être de formes variées.



Utilisation de l'eau de pluie dans les réseaux intérieurs aux bâtiments

À l'intérieur des bâtiments, l'eau de pluie collectée peut servir à l'utilisation des toilettes et au lavage des sols. Le lavage du linge à partir des eaux de pluie est autorisé mais à titre expérimental, à condition qu'un traitement adapté soit installé et déclaré au ministère en charge de la santé.

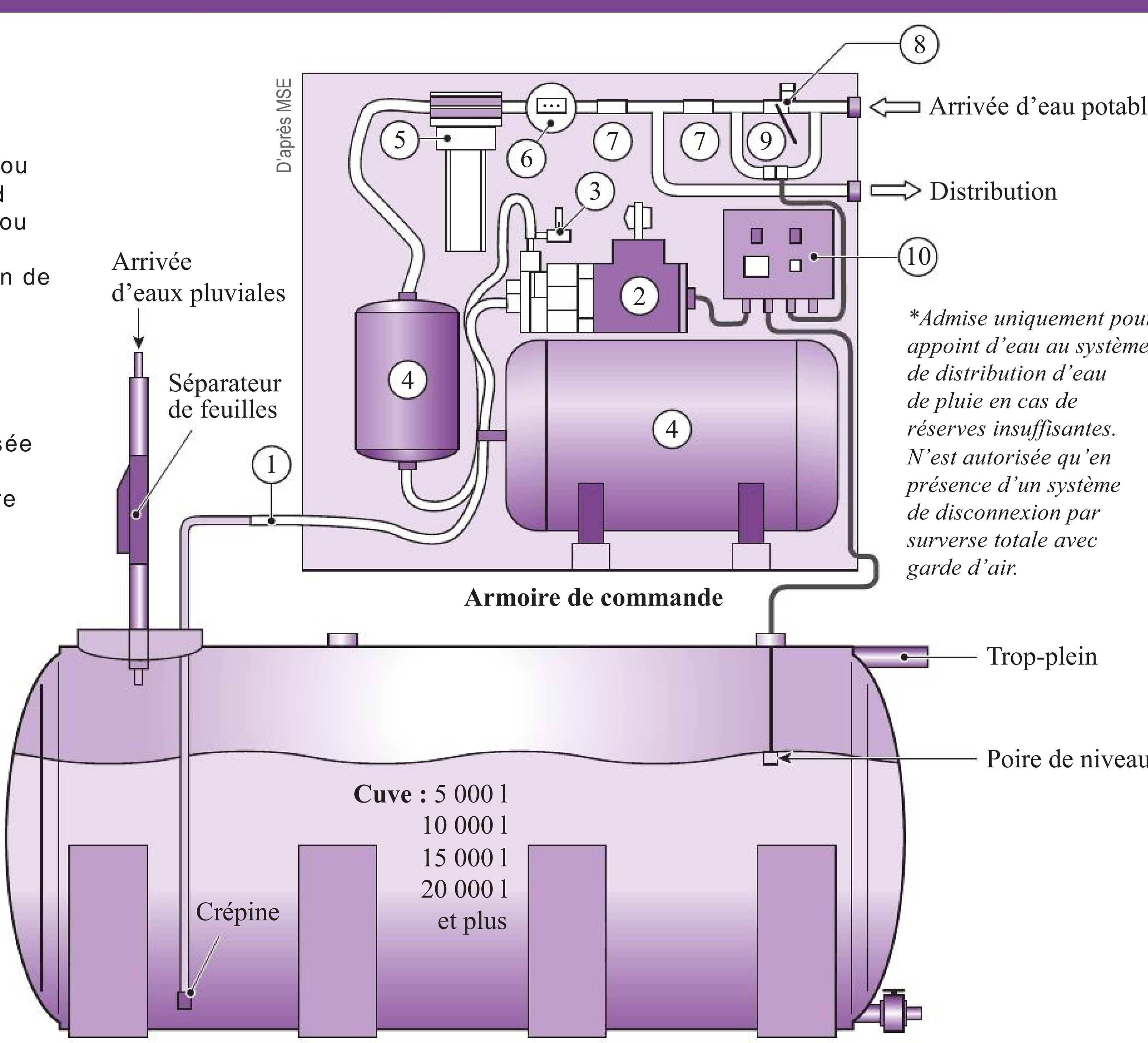
Une plaque signalétique doit être apposée à proximité des points de puisage, indiquant clairement et explicitement : « Eau non potable » avec un pictogramme approprié. Les canalisations doivent être repérées par le pictogramme à tous les points de raccordement (vannes), aux passages de cloisons et de murs. La coexistance de deux points de puisage (eau de pluie et eau potable) dans une même pièce d'habitation est interdite.



Détail du local technique

Pour acheminer l'eau aux points d'utilisation, il peut être nécessaire d'installer :

• un groupe surpresseur comprenant :
  - une pompe,
  - un contact manométrique servant à arrêter ou remettre en fonctionnement la pompe quand la pression de service (2 bars) est atteinte ou insuffisante,
  - un vase d'expansion qui assure un « tampon de pression » servant à diminuer le nombre d'arrêts et démarrages de la pompe ;
• deux filtres en série :
  - un premier filtre avec cartouche lavable ≥ 20 microns,
  - un second filtre en aval avec cartouche tissée à 10 microns ;
• un appareil de traitement par UV pour détruire les organismes vivants dans l'eau.



**Admise uniquement pour appoint d'eau au système de distribution d'eau de pluie en cas de réserves insuffisantes. N'est autorisée qu'en présence d'un système de disconnexion par surverse totale avec garde d'air.*

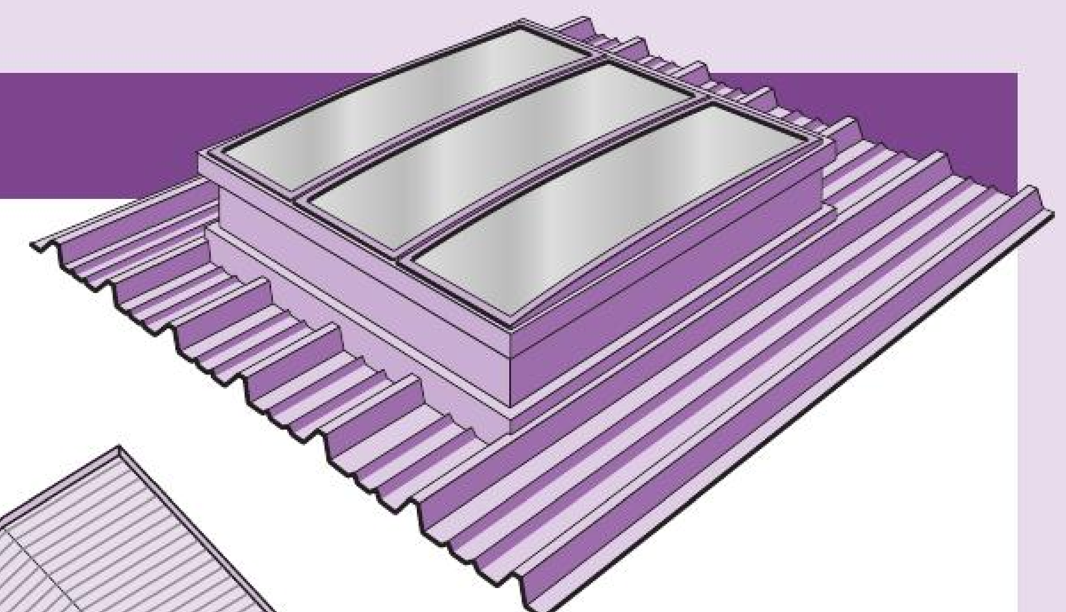
1 - Kit d'aspiration (tuyau et crépine)
2 - Surpresseur
3 - Vanne purge
4 - Filtres avec chape de pouzzolane et charbon actif
5 - Filtre 50 microns
6 - Compteur
7 - Clapets antiretour
8 - Vanne de coupure
9 - Électrovanne
10 - Boîtier électrique de commande

Comment ça marche

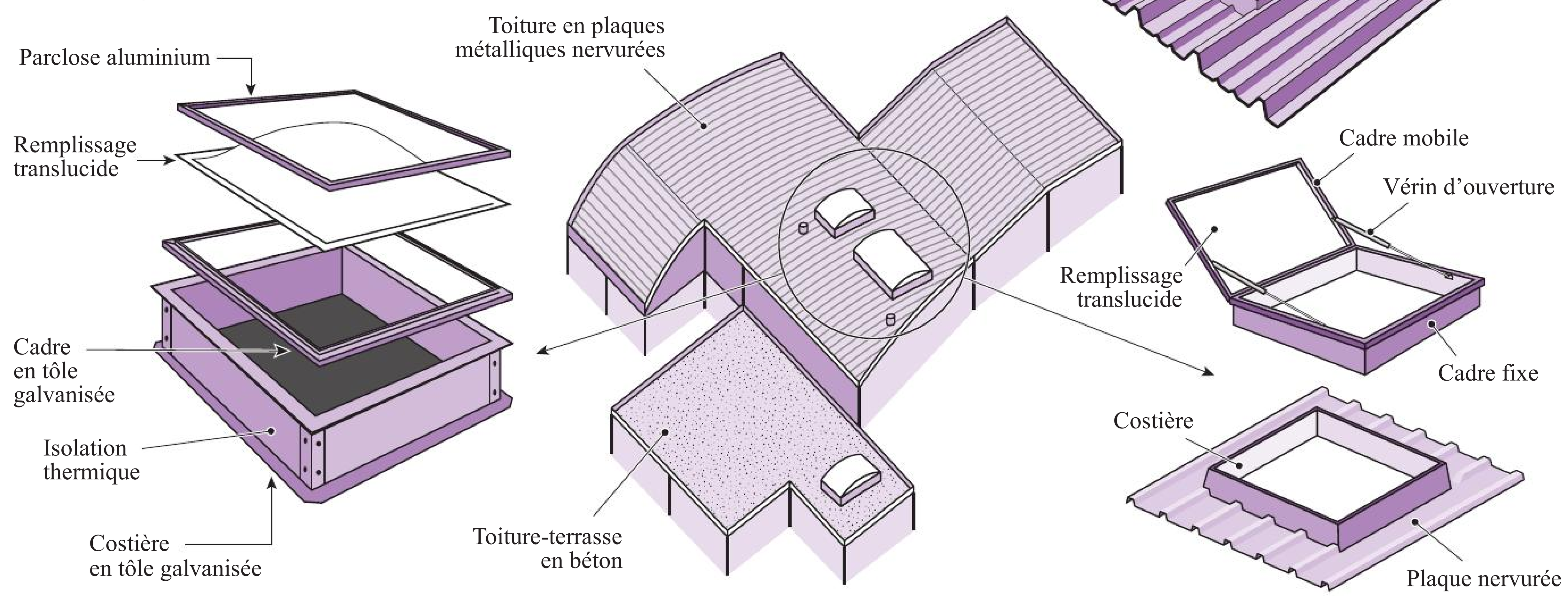
Lanterneaux et exutoires de fumées

Les lanterneaux peuvent être fixes ou ouvrants. Ils remplissent principalement trois fonctions : l'éclairage naturel zénithal, le rafraîchissement et la ventilation naturelle des locaux en saison chaude. La conception des exutoires de fumées est très proche de celle des lanternaux d'éclairage zénithal ouvrants. Ils comportent des mécanismes d'ouverture manuels ou automatiques asservis par des fusibles thermiques pour leur utilisation en cas d'incendie.

Vocabulaire



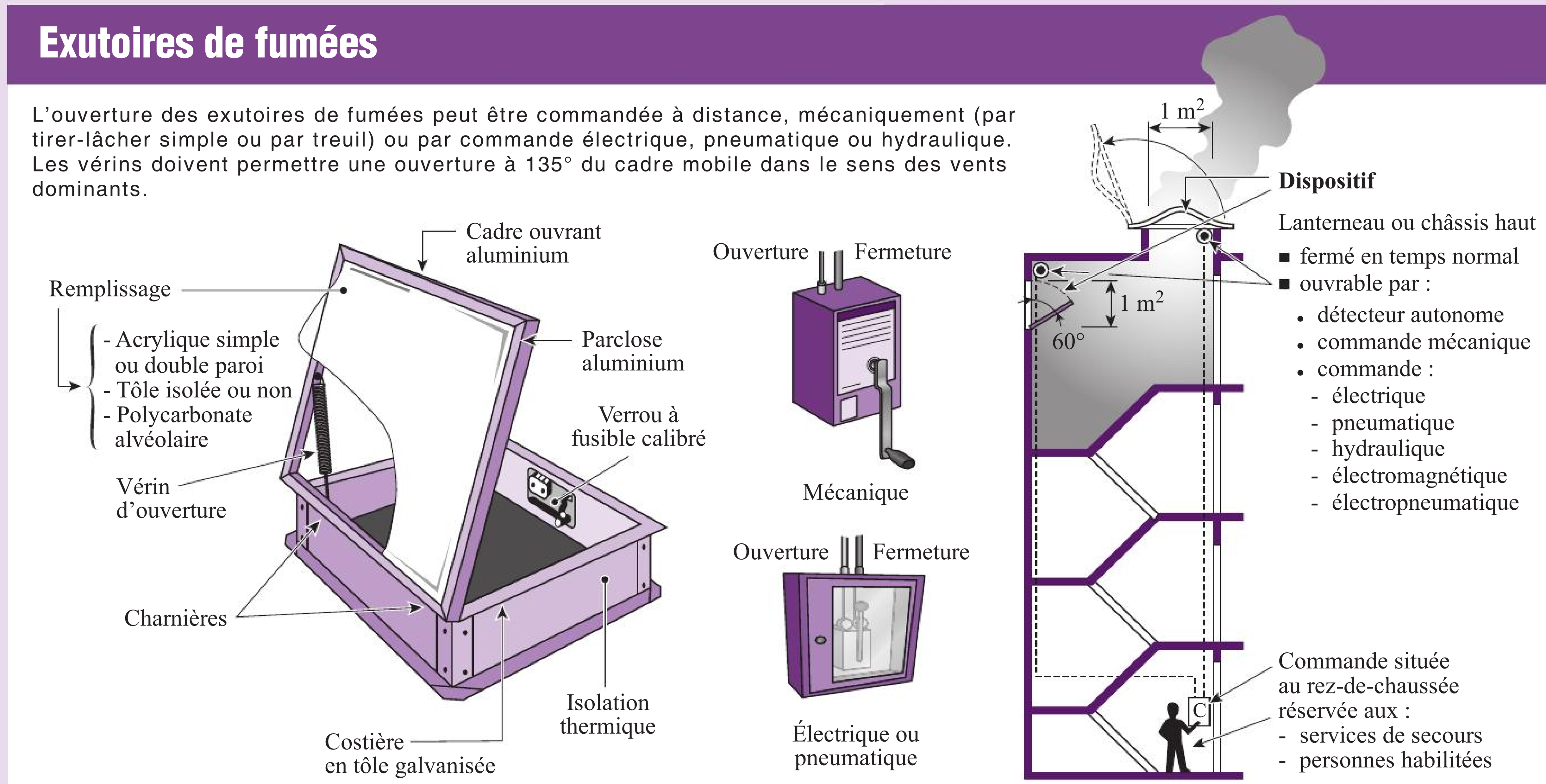
Les lanterneaux sont constitués d'un cadre fixe raccordé à la toiture et d'un cadre mobile faisant office d'ouvrant. Des vérins d'ouverture commandés à distance permettent la ventilation et le rafraîchissement naturel de confort. Les remplissages translucides sont en verre, polycarbonate, PVC ou polyméthacrylate de méthyle.



Lanterneau fixe **Implantation en couverture** **Lanterneau ouvrant**

Exutoires de fumées

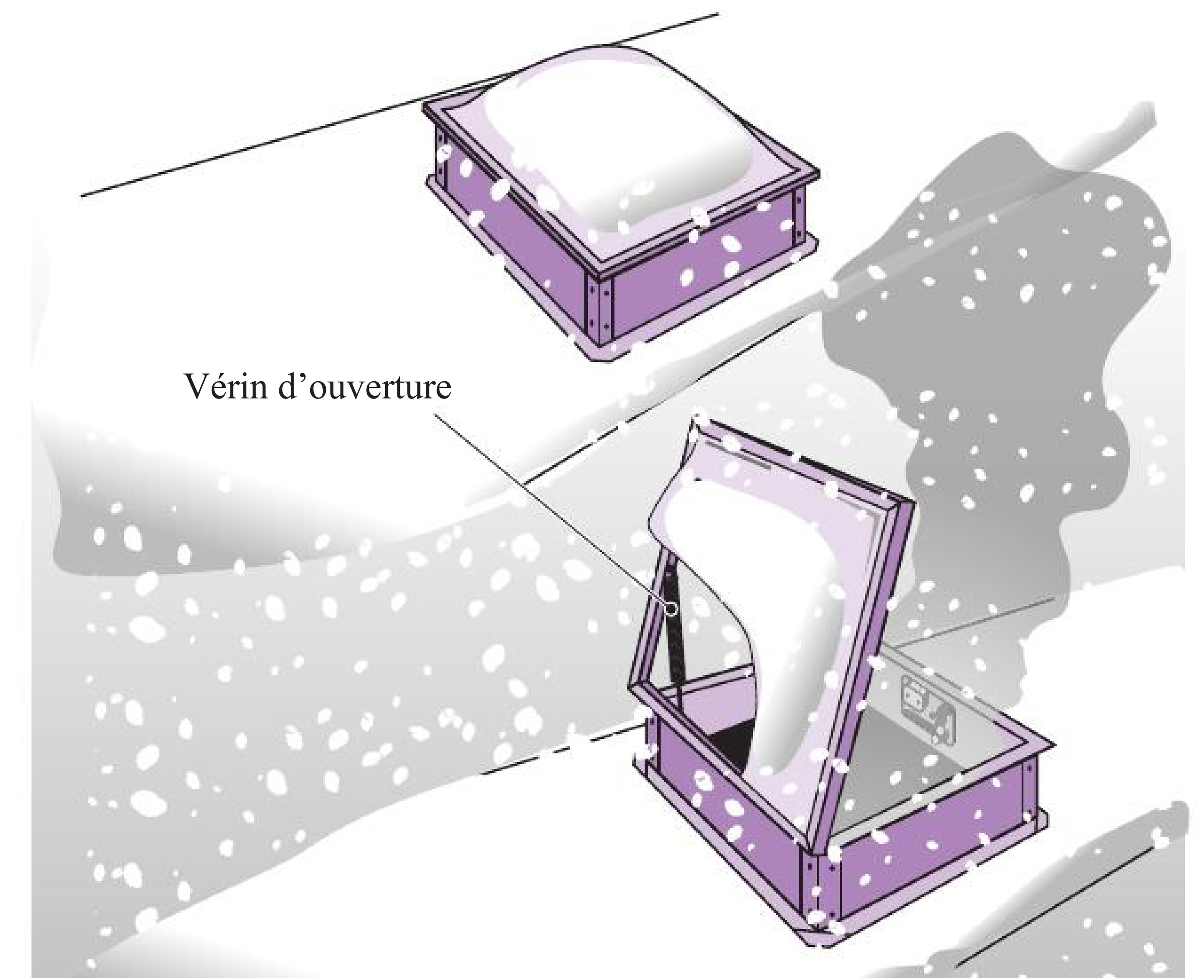
L'ouverture des exutoires de fumées peut être commandée à distance, mécaniquement (par tirer-lâcher simple ou par treuil) ou par commande électrique, pneumatique ou hydraulique. Les vérins doivent permettre une ouverture à 135° du cadre mobile dans le sens des vents dominants.



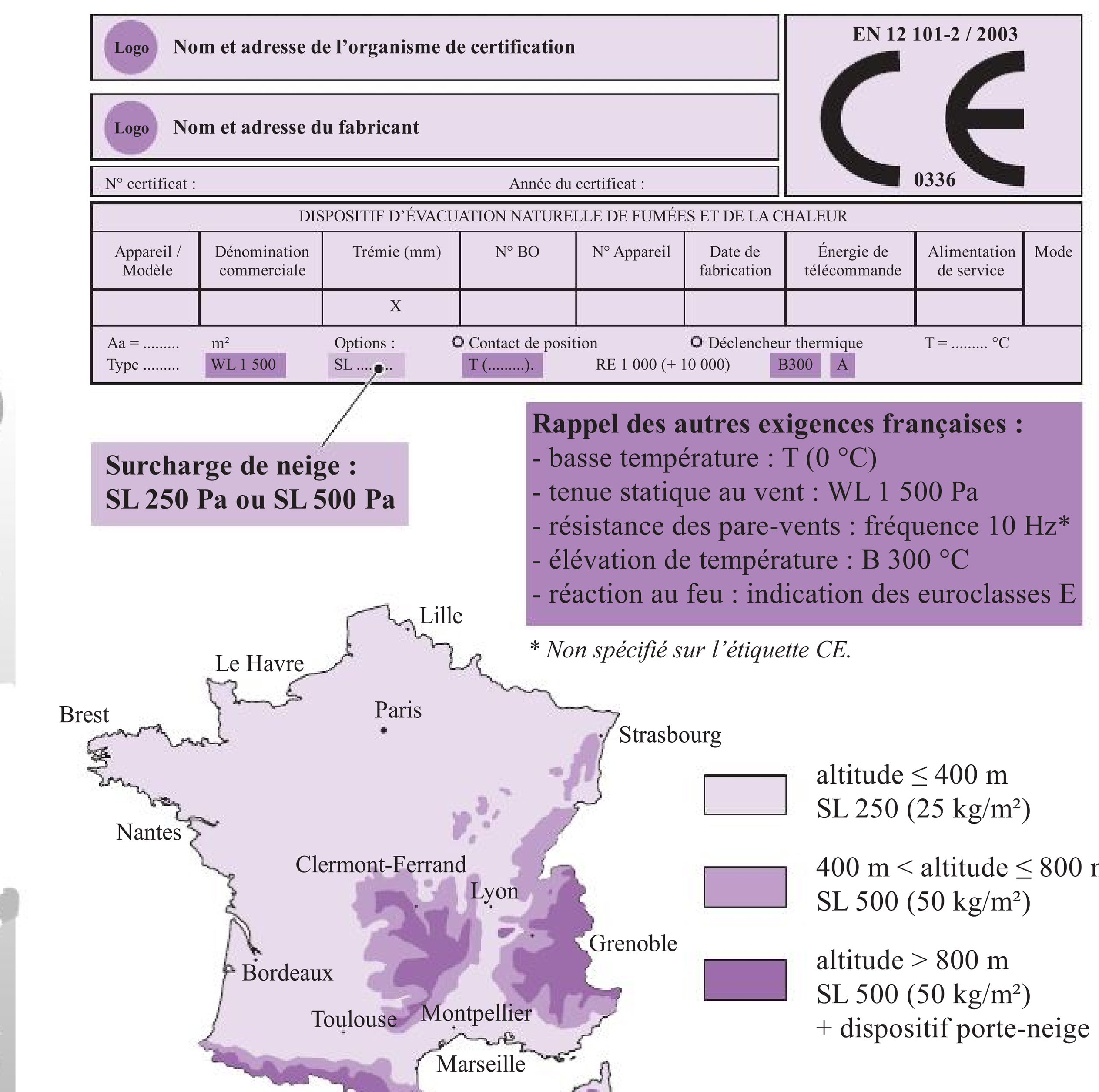
Exutoire de fumées **Organes de commande** **Désenfumage des escaliers**

Prise en compte du poids de la neige sur les exutoires de fumées

Le marquage CE des exutoires de fumées implantés dans des zones à fort enneigement doit préciser le poids de neige supporté sans risque de blocage de l'exutoire en cas de déclenchement d'incendie. Il permet de repérer les produits qui répondent aux exigences de chaque région.



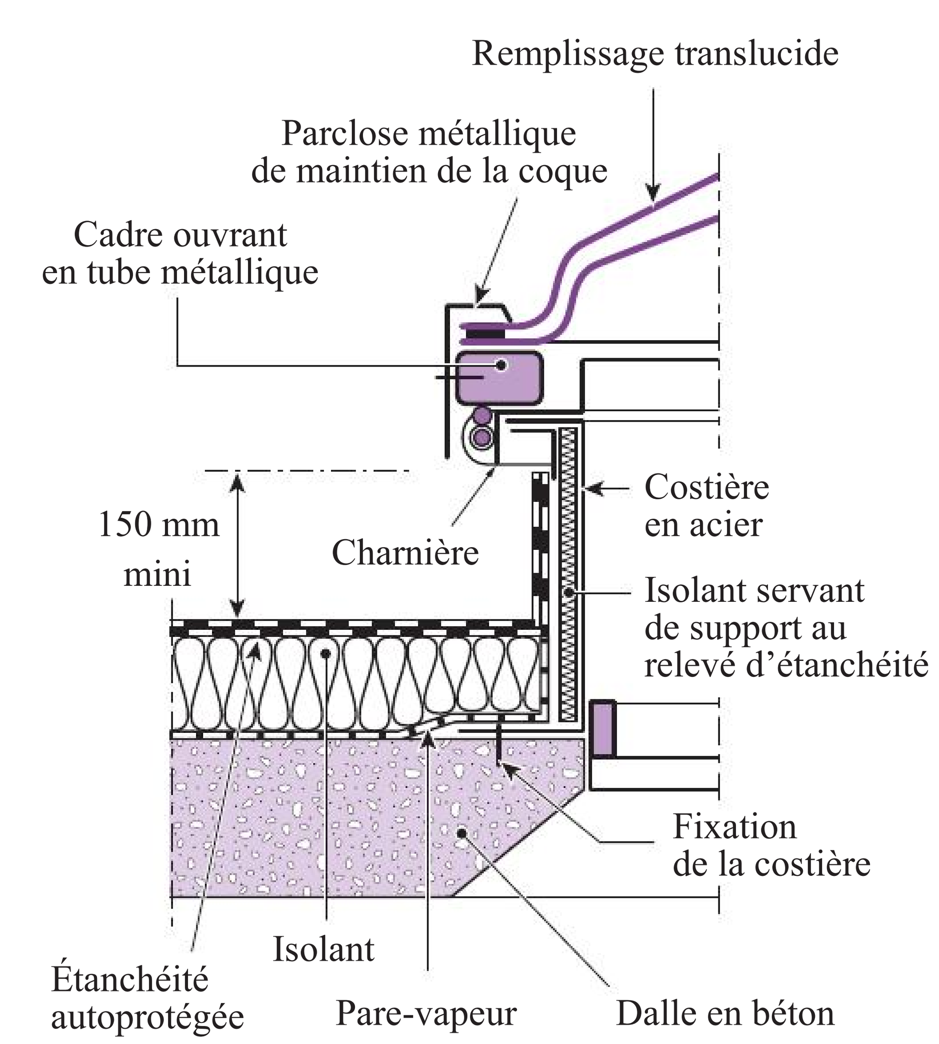
Exutoires de fumées d'escaliers et de locaux



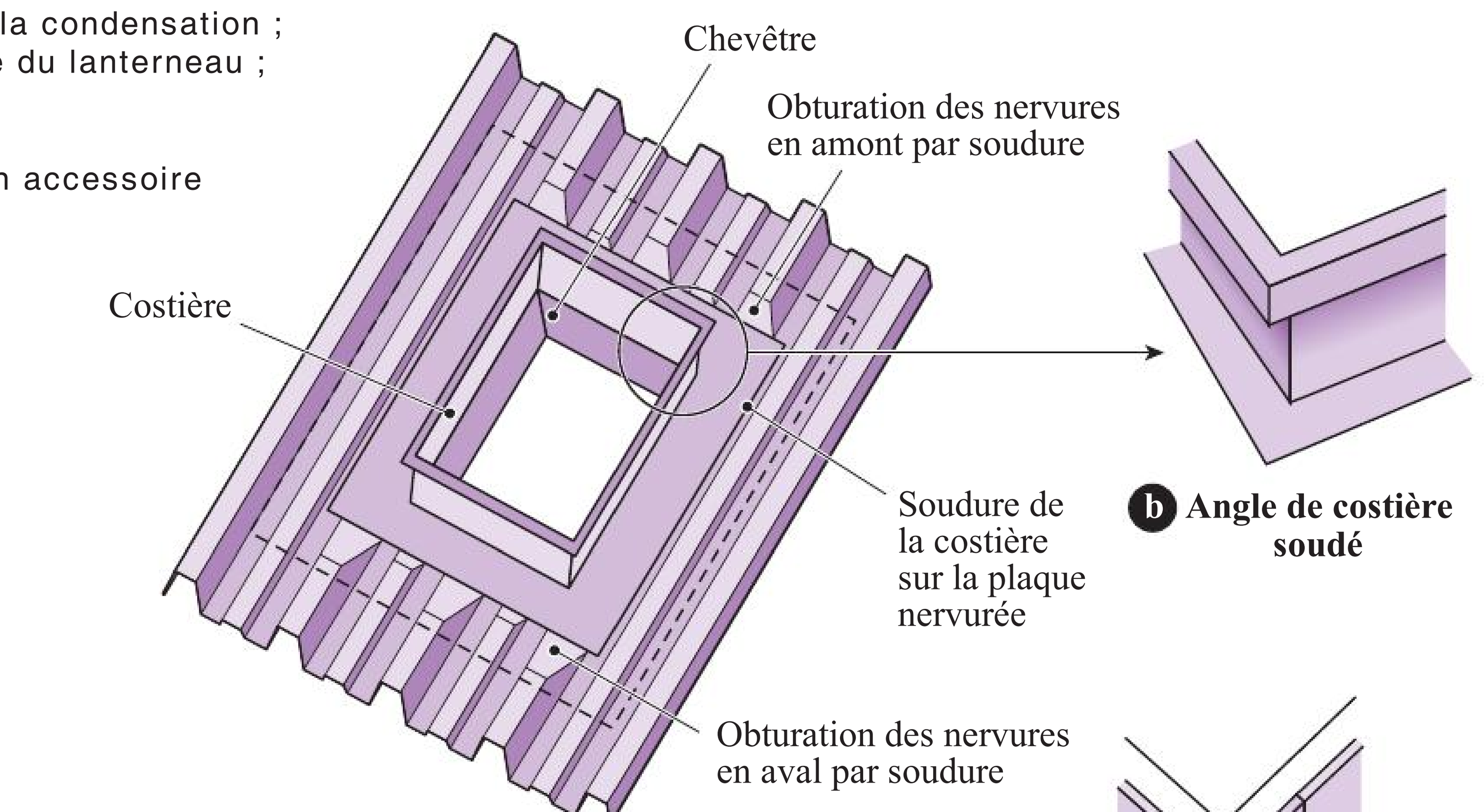
Marquage CE des exutoires de fumées

Exemples de mise en œuvre en toiture

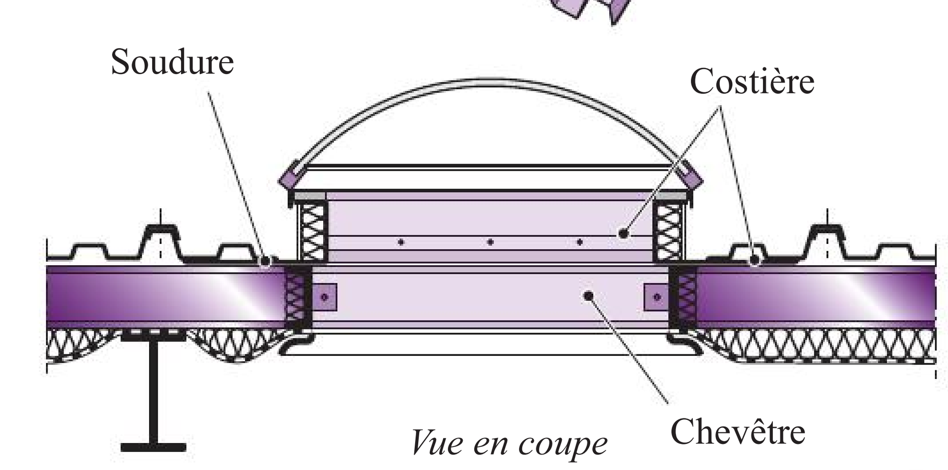
Le raccordement en toiture des lanterneaux et exutoires de fumées dépend de la nature de la couverture. Sont distingués les éléments suivants :
- le chevêtre isolé, qui évite les ponts thermiques et la condensation ;
- la costière, fixée sur la toiture et qui reçoit le cadre du lanterneau ;
- le raccord d'étanchéité, qui peut être :
  - un relevé pour les supports en béton (a),
  - une soudure de la costière sur la plaque (b) ou un accessoire façonné (c) pour les couvertures en plaques.



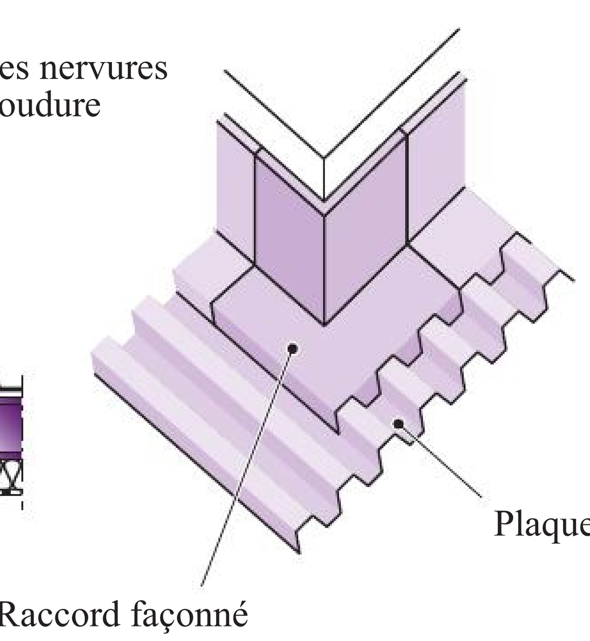
a Détail de mise en œuvre sur toiture-terrasse en béton



b Angle de costière soudé



Plaque de raccordement en acier soudée pour couverture en plaques métalliques nervurées



c Raccordement par accessoires façonnés

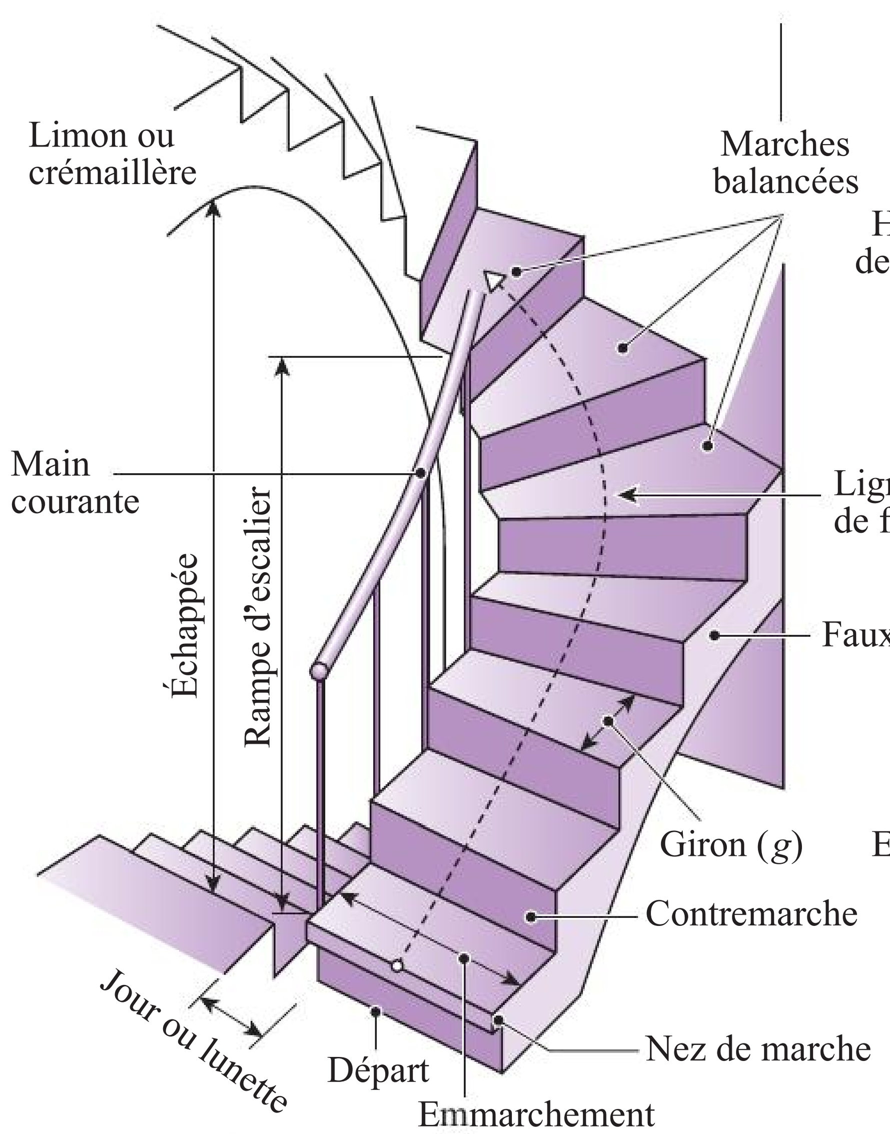
Comment ça marche

Escaliers intérieurs

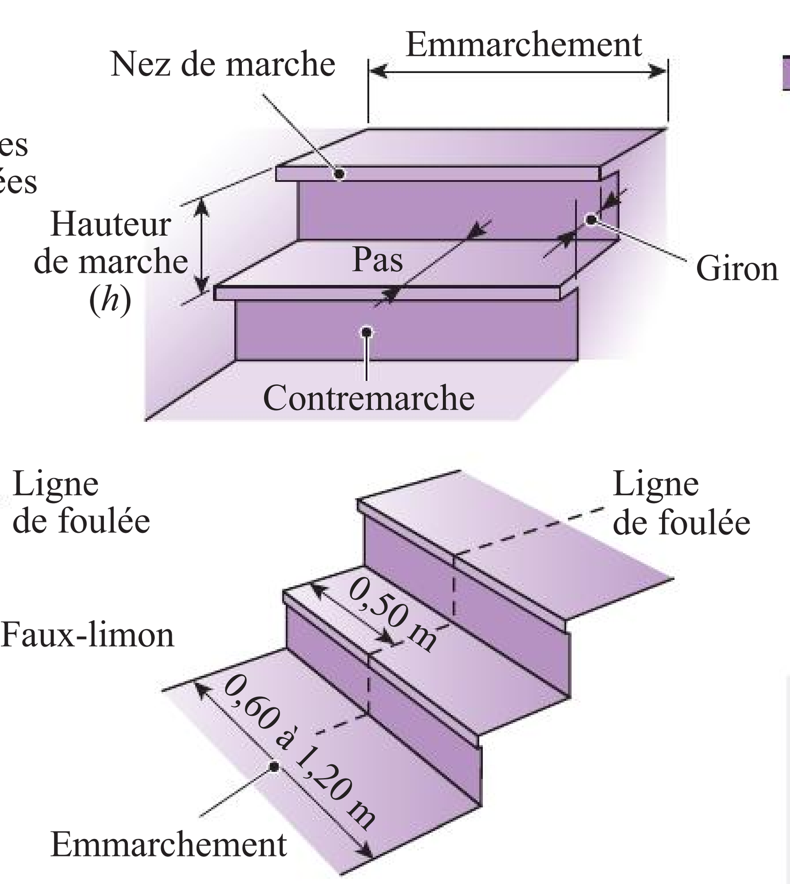
Un escalier est formé de marches, permettant de passer d'un niveau à un autre. Selon son emplacement et sa fonction, il peut revêtir de multiples formes (droit, circulaire, balancé, etc.) et être construit à partir de différents matériaux (béton, bois, métal, etc.). Outre son poids propre et son éventuel revêtement, il faut prendre en compte, lors de sa conception, les charges d'exploitation. La conception architecturale des escaliers doit satisfaire aux exigences d'accessibilité des bâtiments aux personnes en situation de handicap.

Vocabulaire et éléments structuraux

Les escaliers (a) ainsi que les marches (b) font l'objet d'un vocabulaire spécifique. La cage d'escalier qui désigne le volume dans lequel l'escalier est situé comprend une trémie (ouverture dans le plancher qui permet le passage de l'escalier (c)) et un ou deux murs d'échiffre sur lequel ou lesquels s'appuient les marches lorsque l'escalier est soutenu latéralement (d). L'échappée désigne la plus faible hauteur libre entre le dessus des marches et la sous-face du plancher supérieur (e).

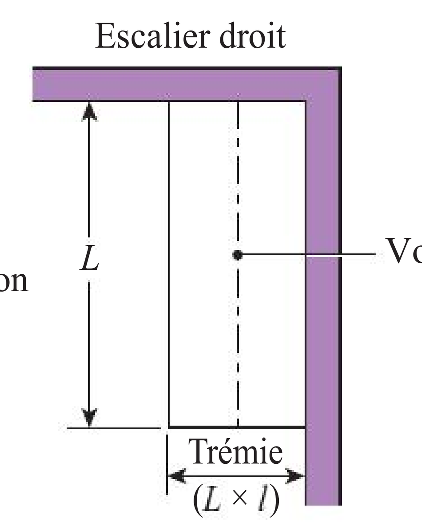


a Vocabulaire de l'escalier

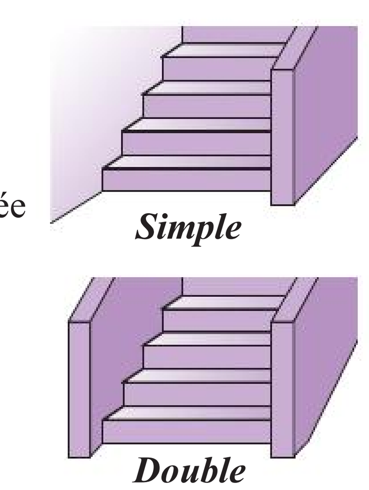


Pour obtenir un confort d'usage adéquat, les marches de l'escalier doivent respecter la relation de Blondel qui relie la hauteur des marches au giron par la formule : $0{,}60 \leq 2h + g \leq 0{,}64$

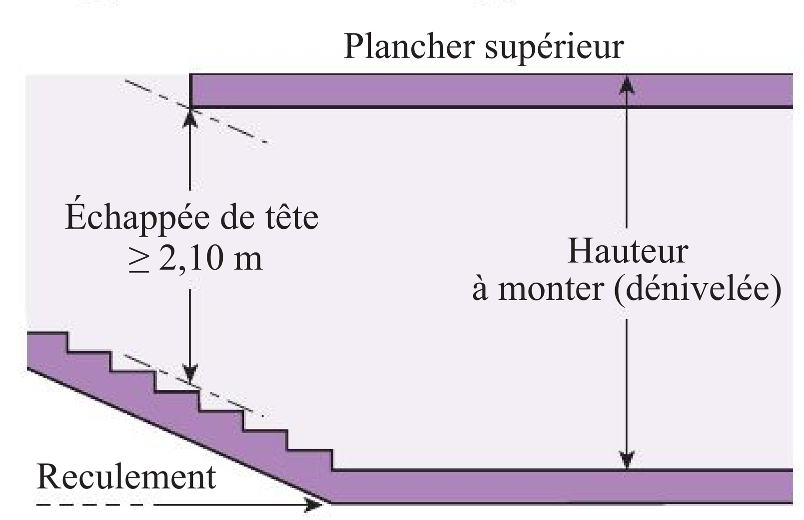
b Vocabulaire des marches



c Trémie



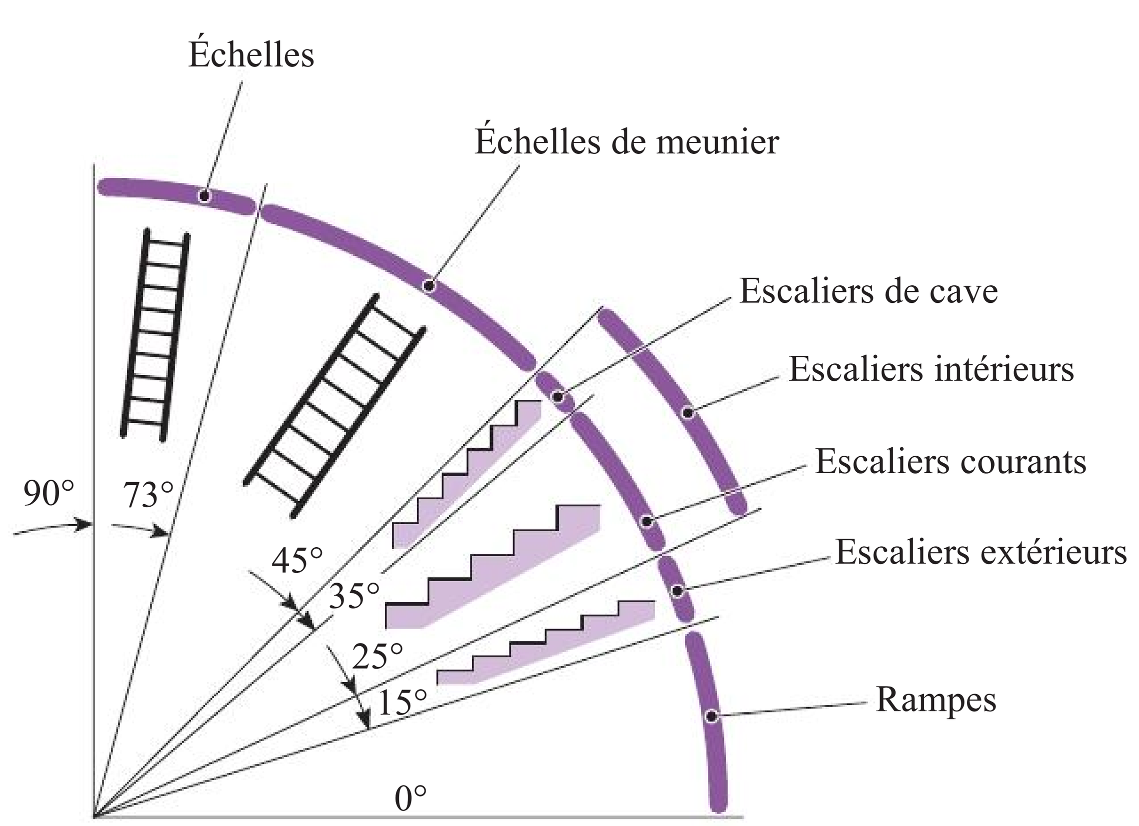
d Mur d'échiffre



e Échappée

Pentes

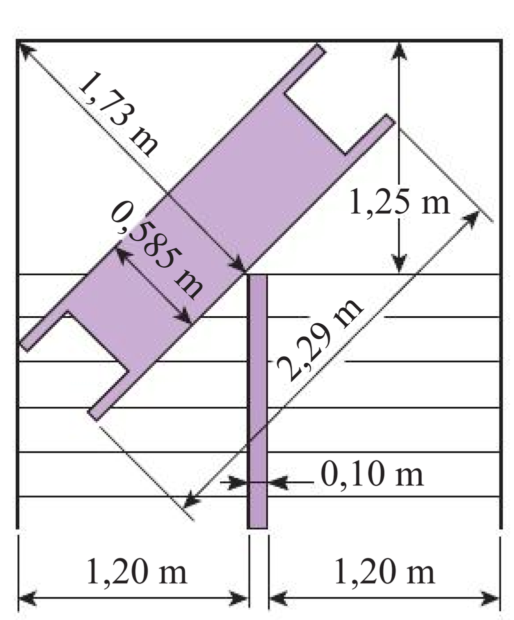
La pente de l'escalier est calculée sur la ligne de foulée. Dans le cas de l'escalier courbe, elle est fonction de la mesure prise à l'intérieur ou à l'extérieur de cet axe.



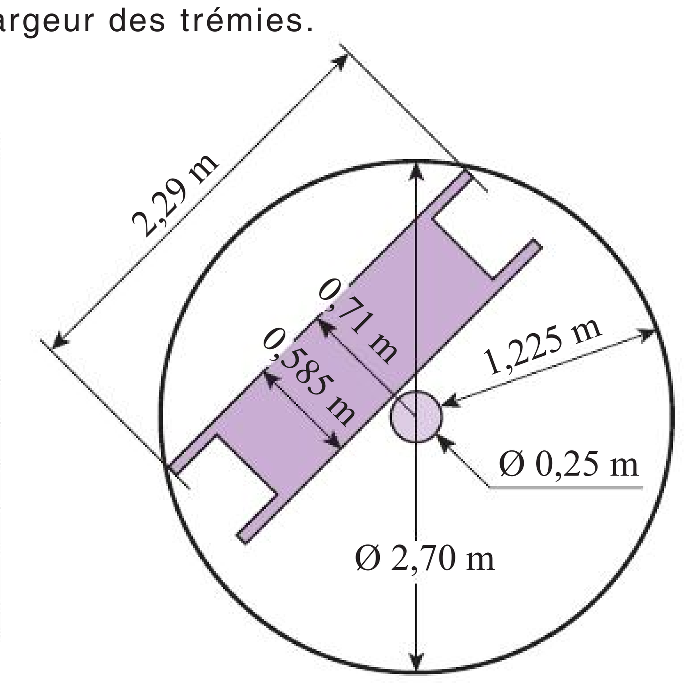
Pente selon le type d'escalier

Passage des brancards

Dans chaque logement, il doit être possible de faire sortir une personne couchée sur un brancard. Cette exigence doit être prise en compte pour le calcul de la largeur des trémies.



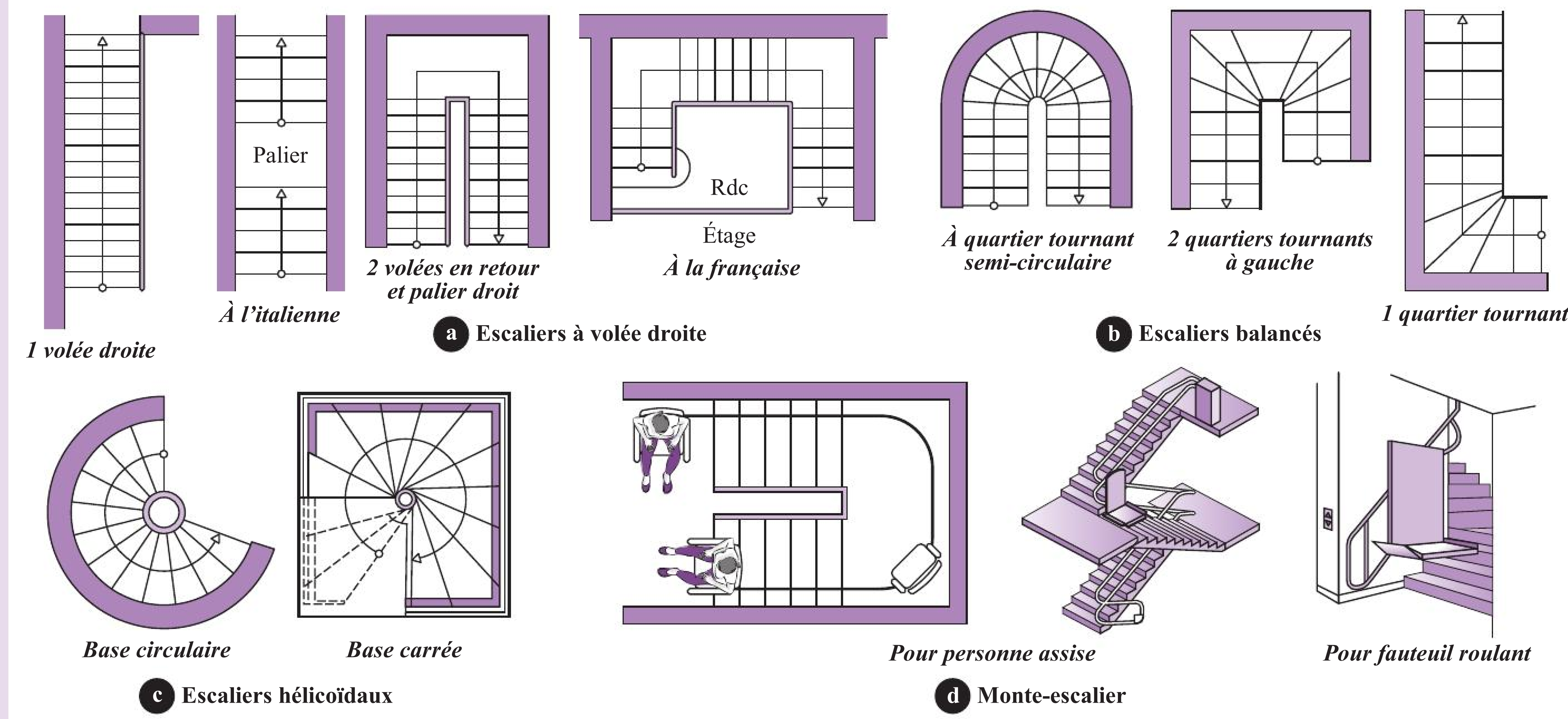
Les paliers doivent avoir une profondeur de 1,25 m pour permettre la rotation d'un brancard.



Un diamètre extérieur de 2,70 m et un noyau pouvant atteindre 0,30 m permettent le passage dans l'escalier d'un brancard incliné.

Typologie

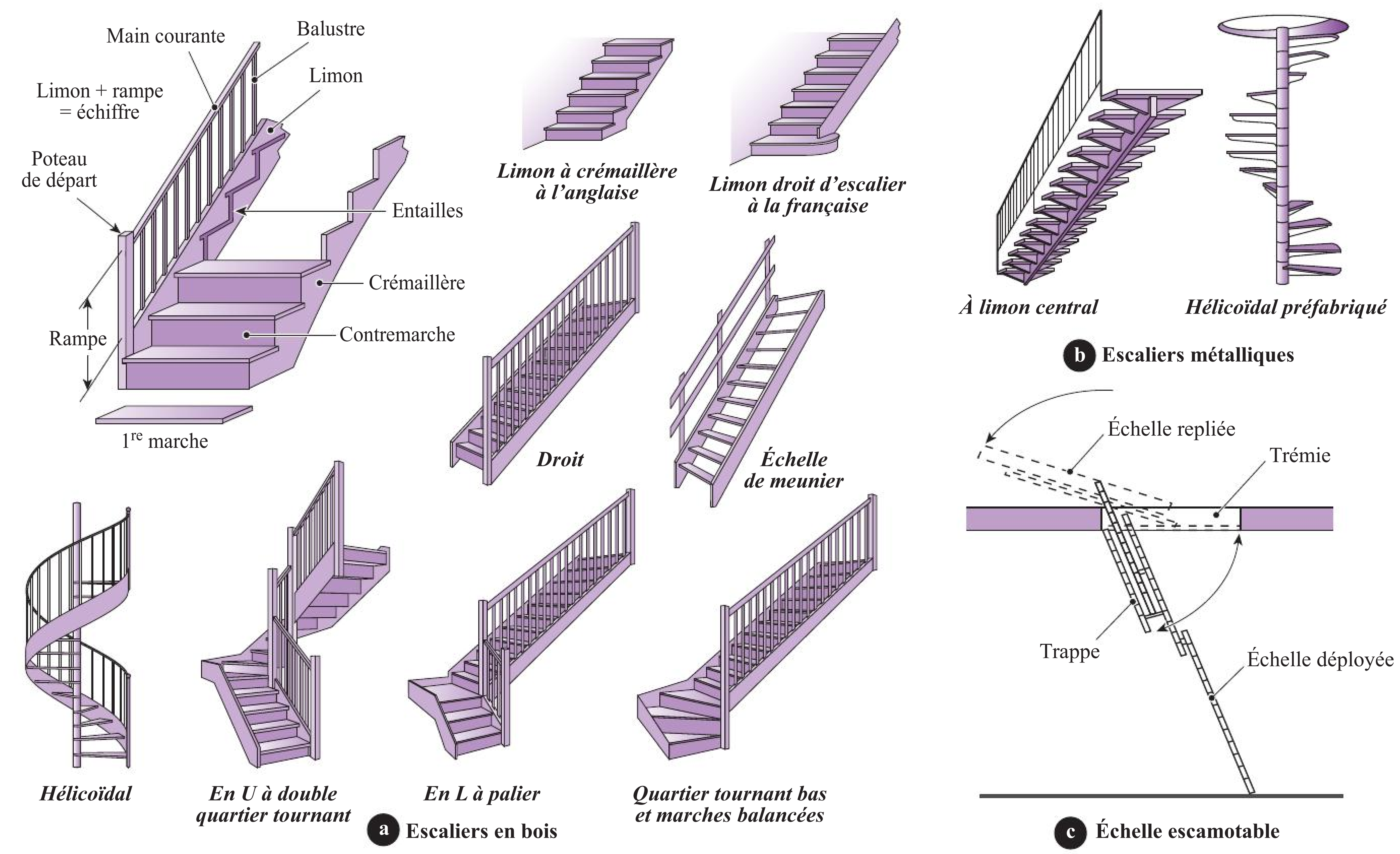
Différents types d'escaliers peuvent être mis en place en fonction de l'espace disponible, des positions et des dimensions des trémies. Sont distingués les escaliers courants à volée droite avec ou sans paliers (a), les escaliers balancés (b) et les escaliers hélicoïdaux (c). Lorsque la configuration de la cage d'escalier le permet, un monte-escalier pour les personnes en situation de handicap peut être installé (d).



a Escaliers à volée droite
b Escaliers balancés
c Escaliers hélicoïdaux
d Monte-escalier

Escaliers en bois et en métal

Les escaliers en bois (a) et métalliques à tendance contemporaine (b) sont utilisés dans les maisons individuelles ou dans les logements à deux niveaux de type duplex. Les échelles escamotables (c) permettent l'accès aux combles et aux greniers.



a Escaliers en bois
b Escaliers métalliques
c Échelle escamotable

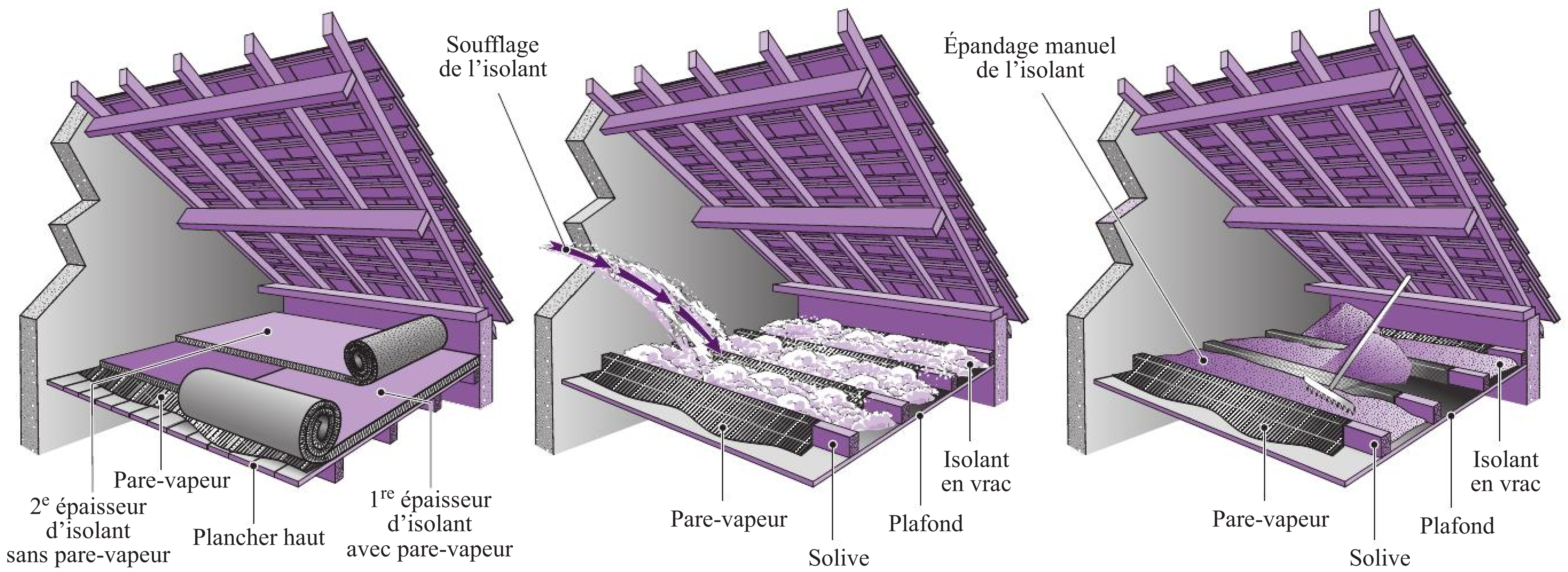
Comment ça marche

Isolation des combles perdus

Les greniers et les combles perdus, accessibles ou non, nécessitent la mise en œuvre d'une isolation performante, gage de confort et d'importantes économies d'énergie. L'isolation de combles perdus permet généralement d'obtenir une performance thermique importante puisqu'aucune épaisseur limite d'isolant n'est à respecter. L'été, les combles perdus isolés protègent la partie habitable des fortes chaleurs.

Principe

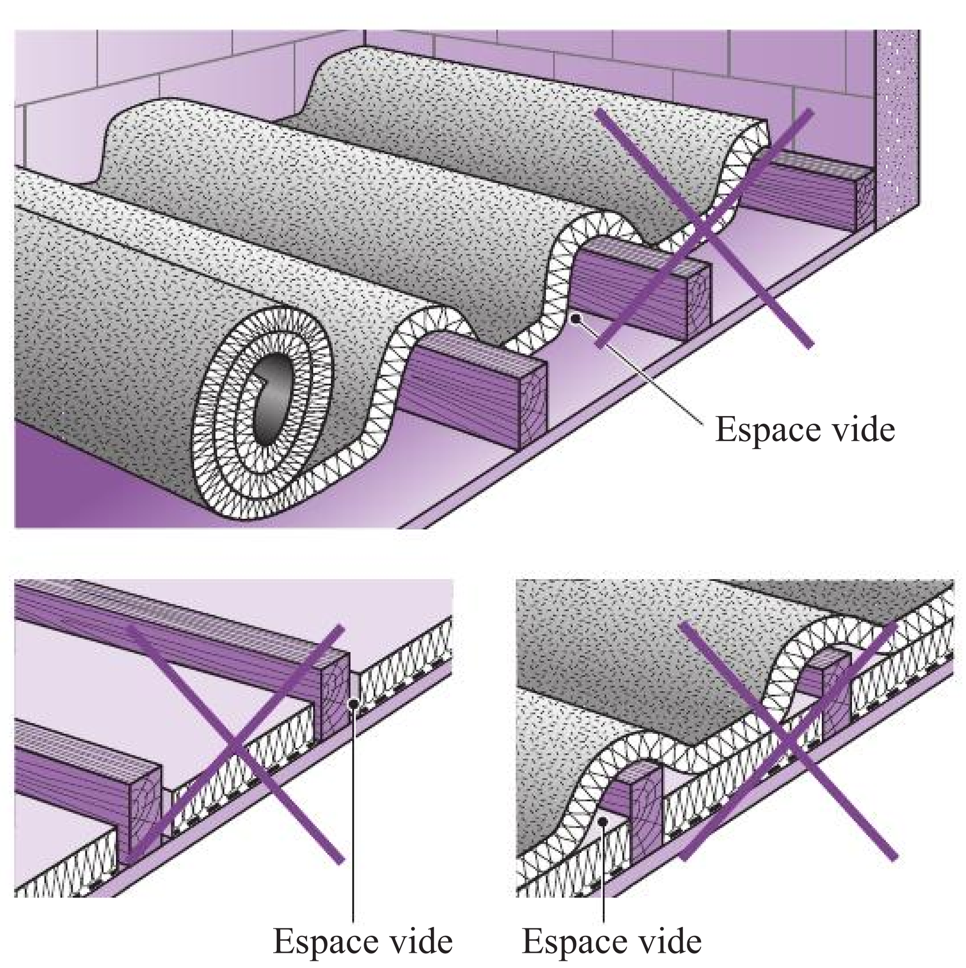
En fonction du type de charpente (industrialisée ou traditionnelle), de son accessibilité et de la configuration du sol (plancher haut ou solives et plafond), plusieurs types d'isolation sont possibles. Un matériau en panneau ou en rouleau est posé ou déroulé (a) alors qu'un matériau en vrac (fibres de bois, ouate de cellulose, etc.) est soufflé (b) ou répandu (c).



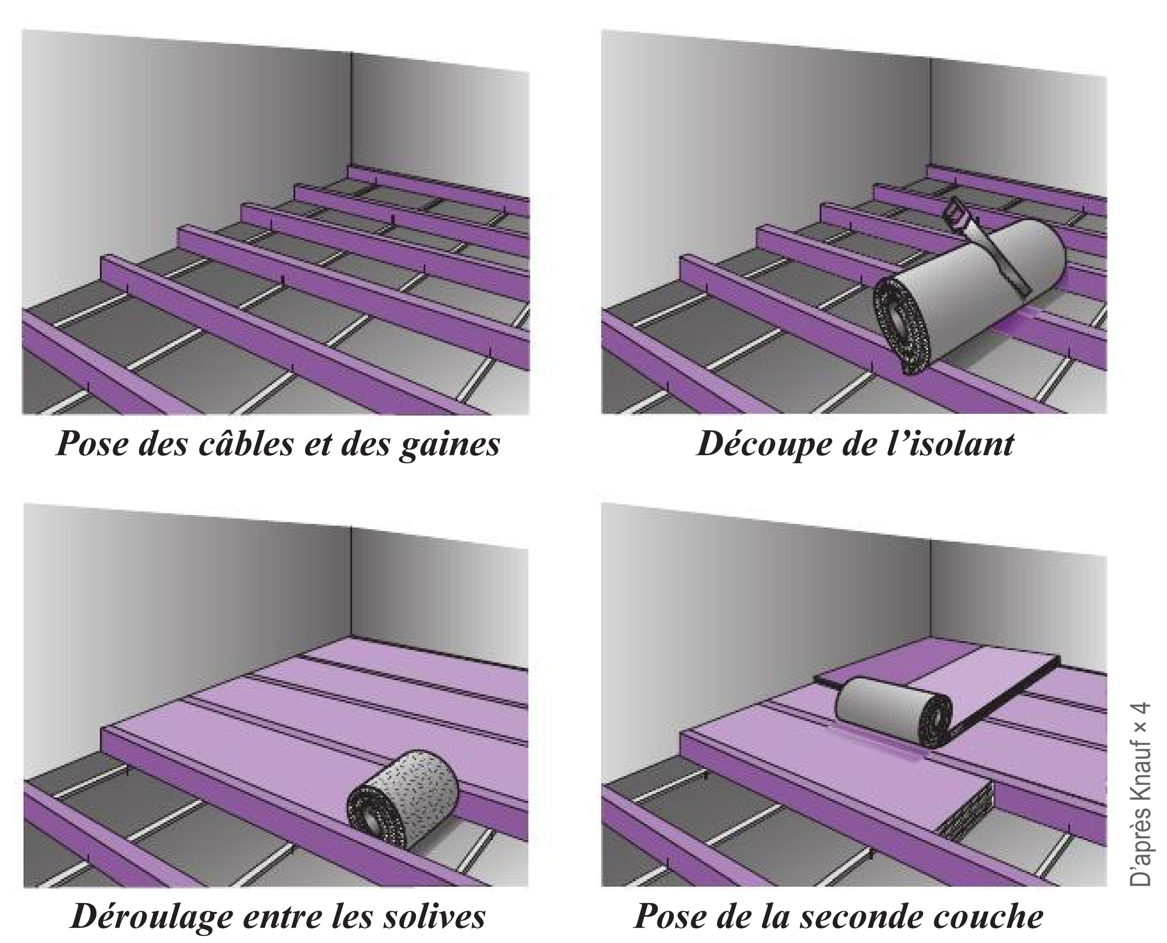
a **Isolant à poser ou à dérouler** **b** **Soufflage** **c** **Épandage**

Mise en œuvre par déroulage sur plafond

La laine minérale est déroulée, pare-vapeur vers le bas, directement sur le plafond qui sépare les pièces habitables des combles. Cette mise en œuvre est simple et rapide. Afin d'éviter les ponts thermiques, les espaces vides non calfeutrés (a) sont évités : la partie supérieure des solives est recouverte d'isolant. S'il n'est pas assez épais, une seconde couche sans pare-vapeur est posée (b).



a **Pose non conforme**



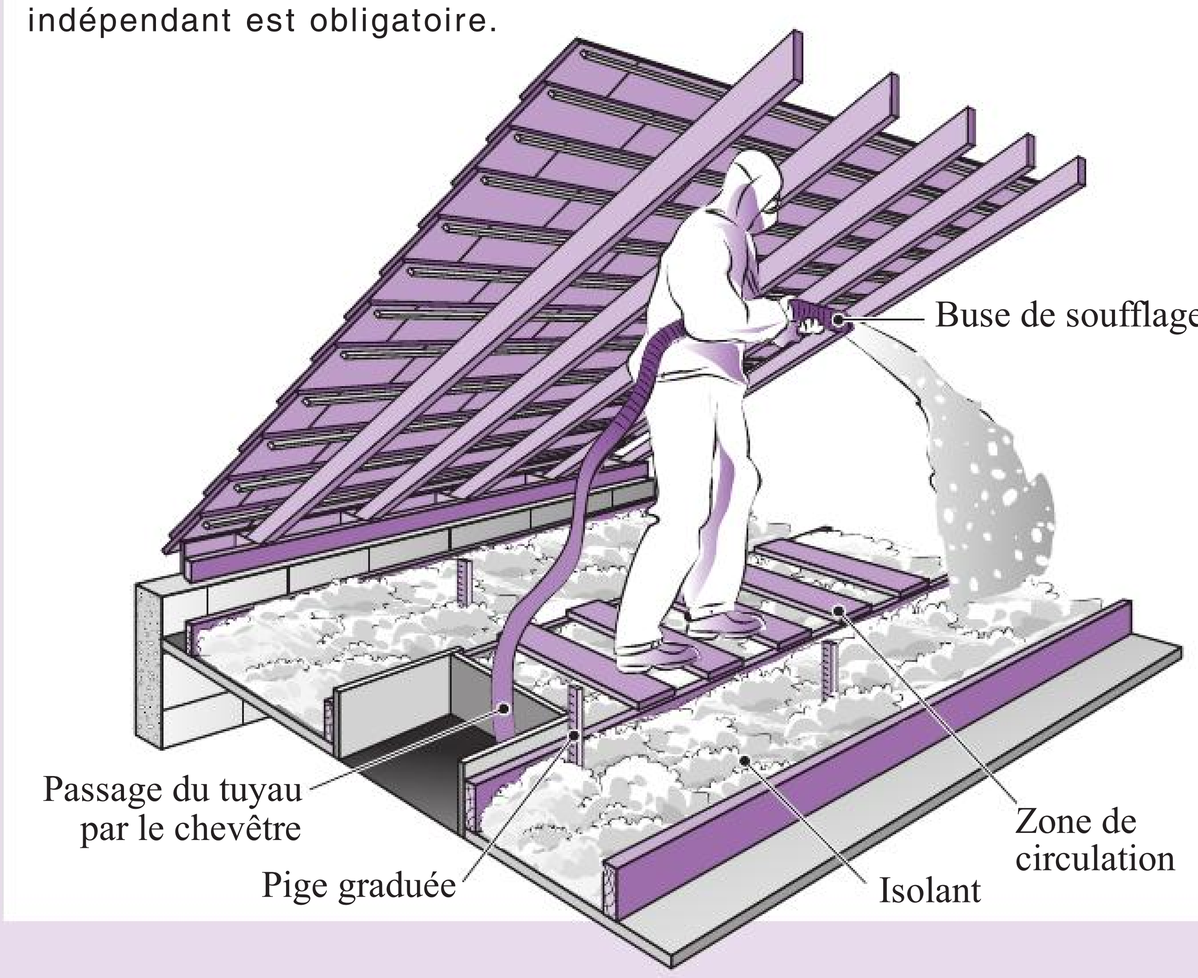
Pose des câbles et des gaines *Découpe de l'isolant*

Déroulage entre les solives *Pose de la seconde couche sans pare-vapeur*

b **Pose correcte : épaisseur de l'isolant identique à la hauteur des solives**

Mise en œuvre par soufflage

Le soufflage nécessite un compresseur et une machine de soufflage mécanique. Ce procédé rapide à mettre en œuvre est recommandé en cas d'accès difficiles. Des piges graduées placées au sol permettent de contrôler l'épaisseur de l'isolant soufflé qui doit prendre en compte le tassement. La mise en place d'un pare-vapeur indépendant est obligatoire.



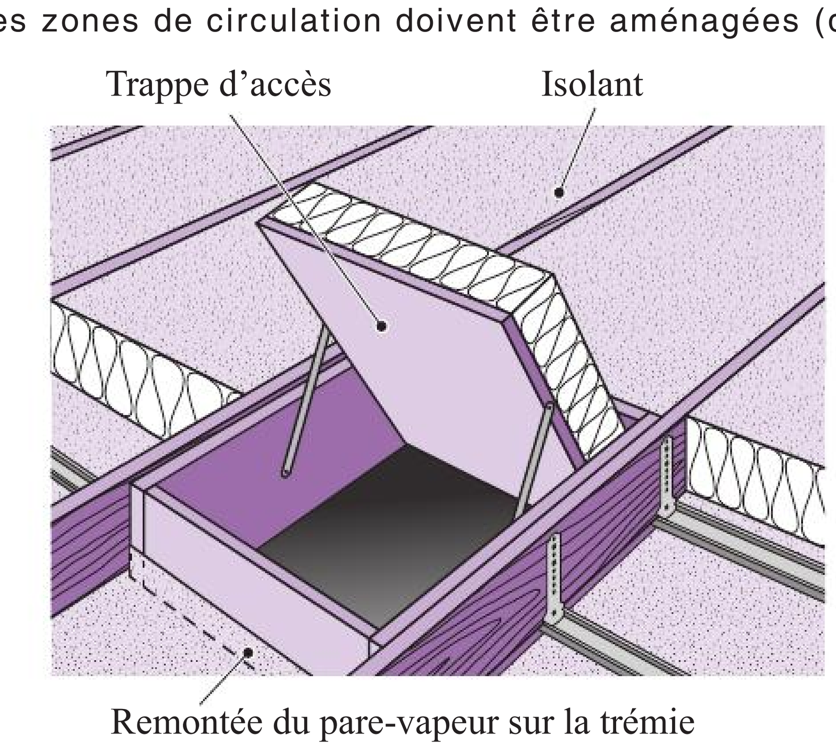
Mise en œuvre par épandage

Le produit isolant est réparti entre les solives par épandage manuel, l'ensemble étant ensuite égalisé à la hauteur appropriée à l'aide d'un râteau. La mise en place d'un pare-vapeur indépendant est obligatoire ; sa continuité et son étanchéité aux jonctions avec les points singuliers doivent être assurées.

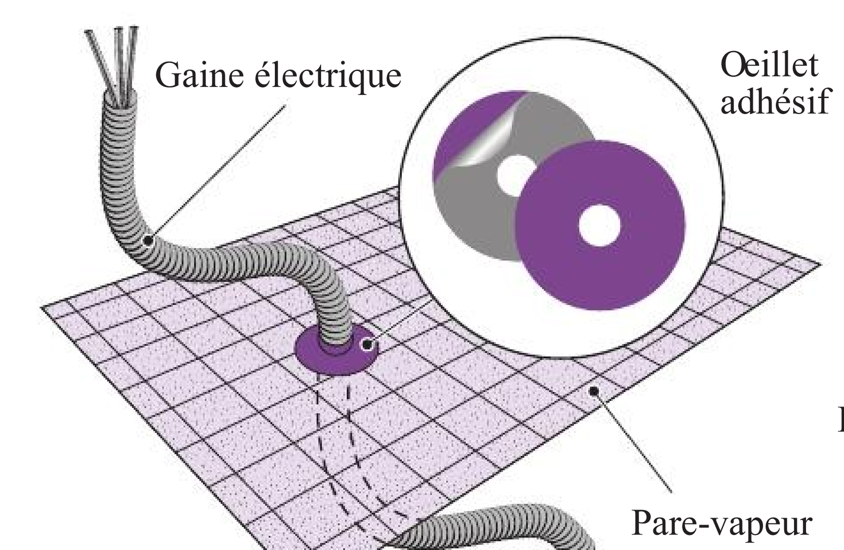


Points singuliers

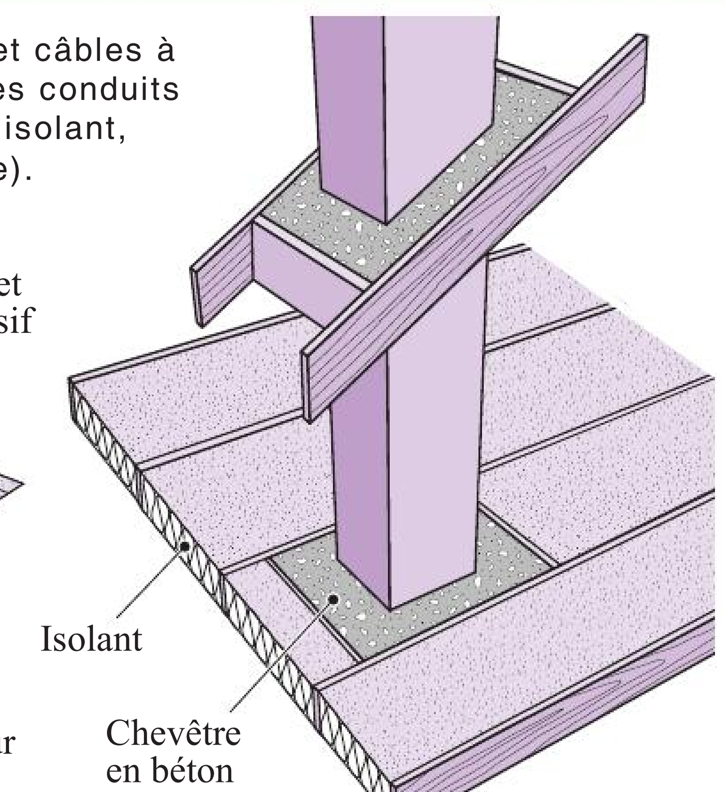
La trappe d'accès aux combles perdus doit être isolée et étanche à l'air (a). Le passage des gaines et câbles à travers le pare-vapeur doit être calfeutré à l'aide d'un adhésif (b). La distance de sécurité au droit des conduits de fumée est assurée par un chevêtre en béton (c). Afin d'éviter la détérioration et le tassement de l'isolant, des zones de circulation doivent être aménagées (d). La jointure toiture/façade doit être calfeutrée (e).



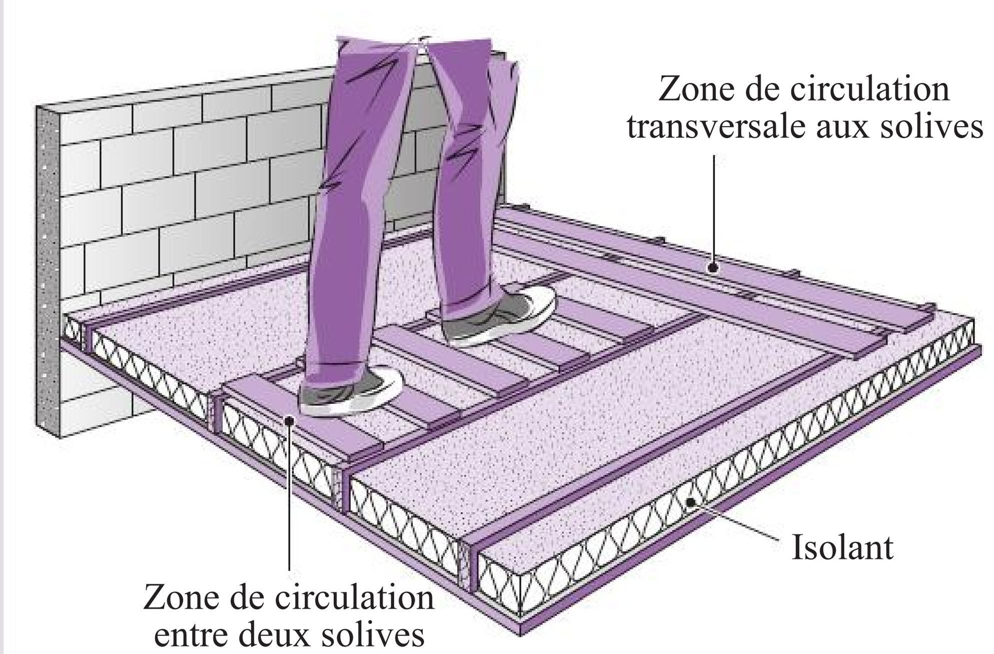
a **Isolation de la trappe d'accès**



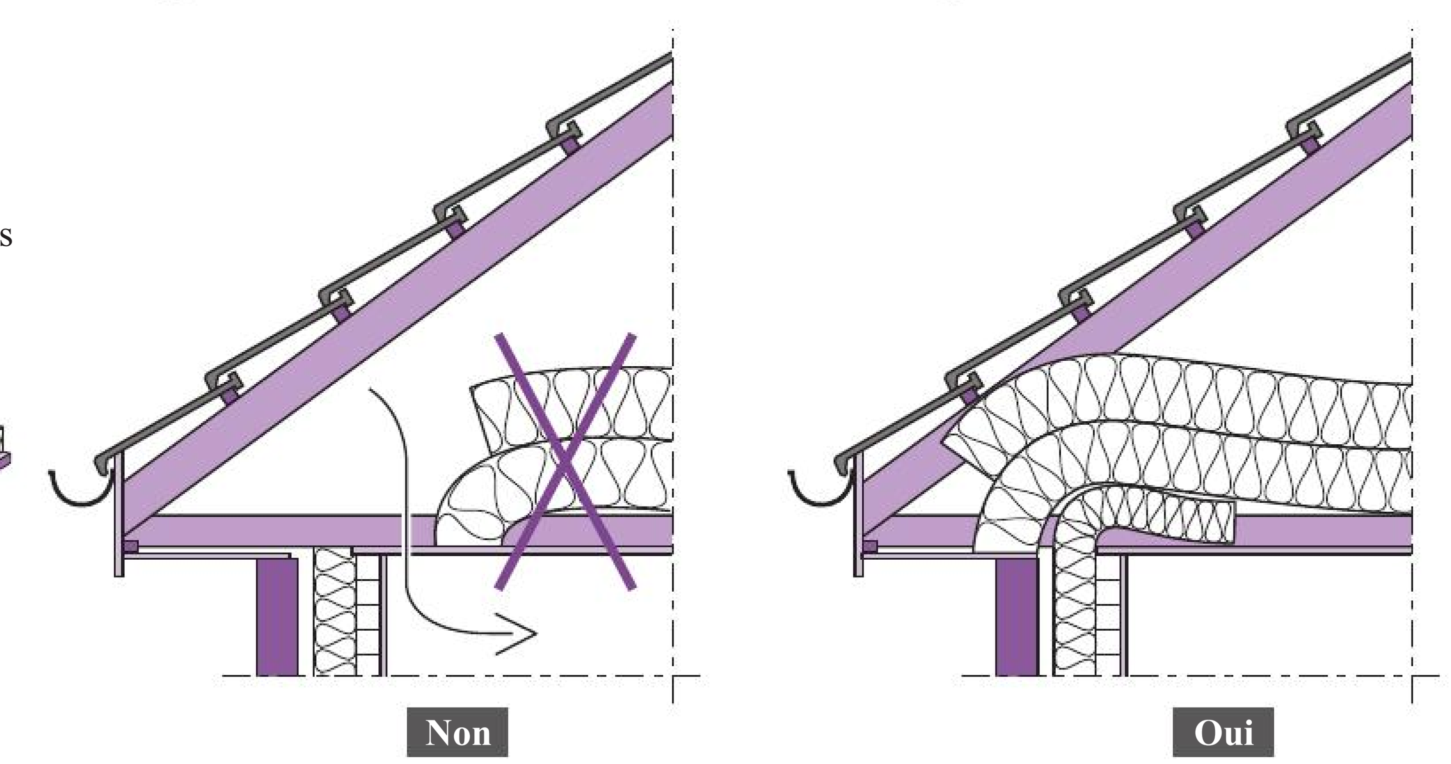
b **Traversée du pare-vapeur**



c **Chevêtre de conduit de fumées**



d **Aménagement de zone de circulation**



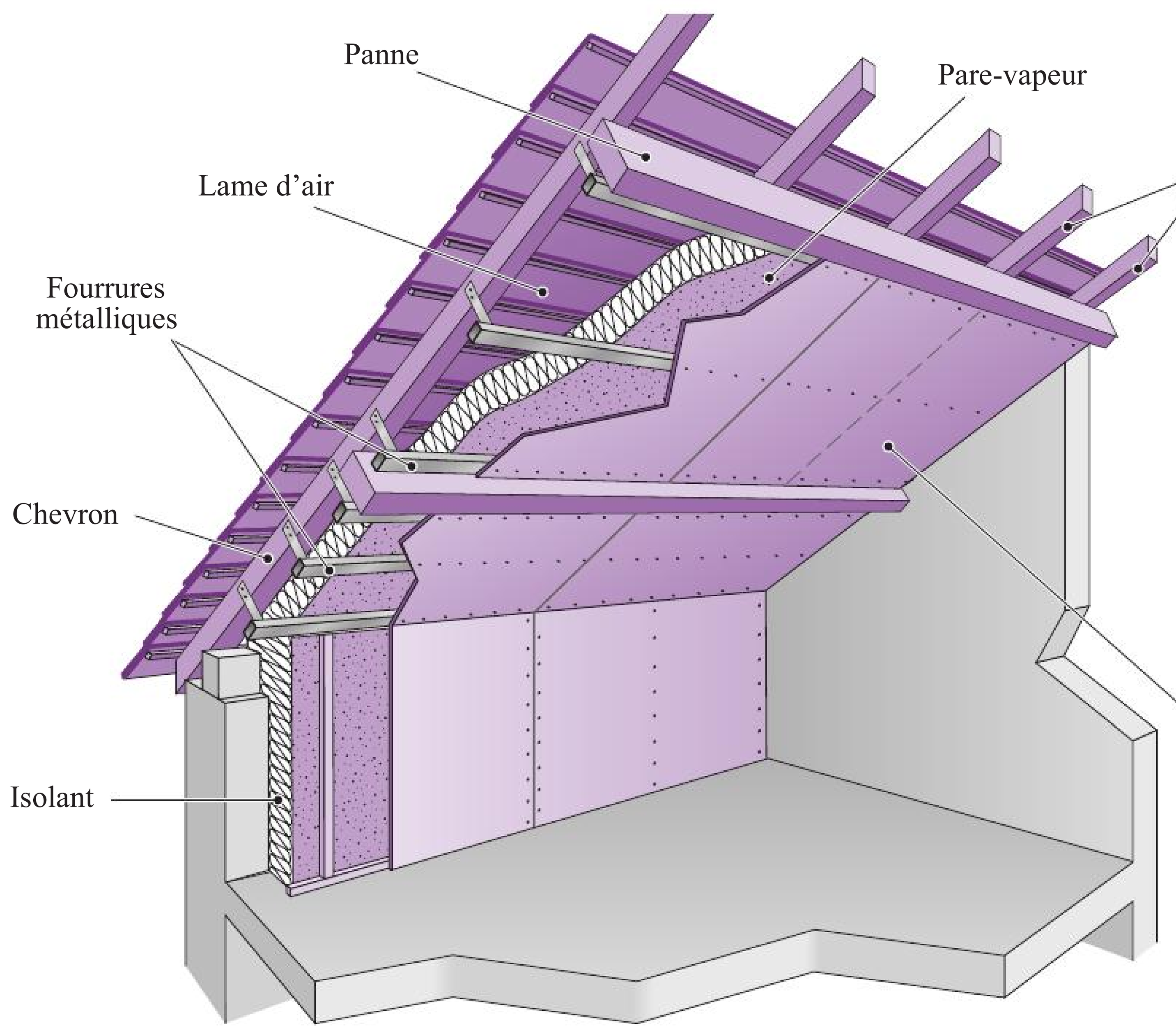
e **Jointure toiture/façade**

Isolation des combles aménagés

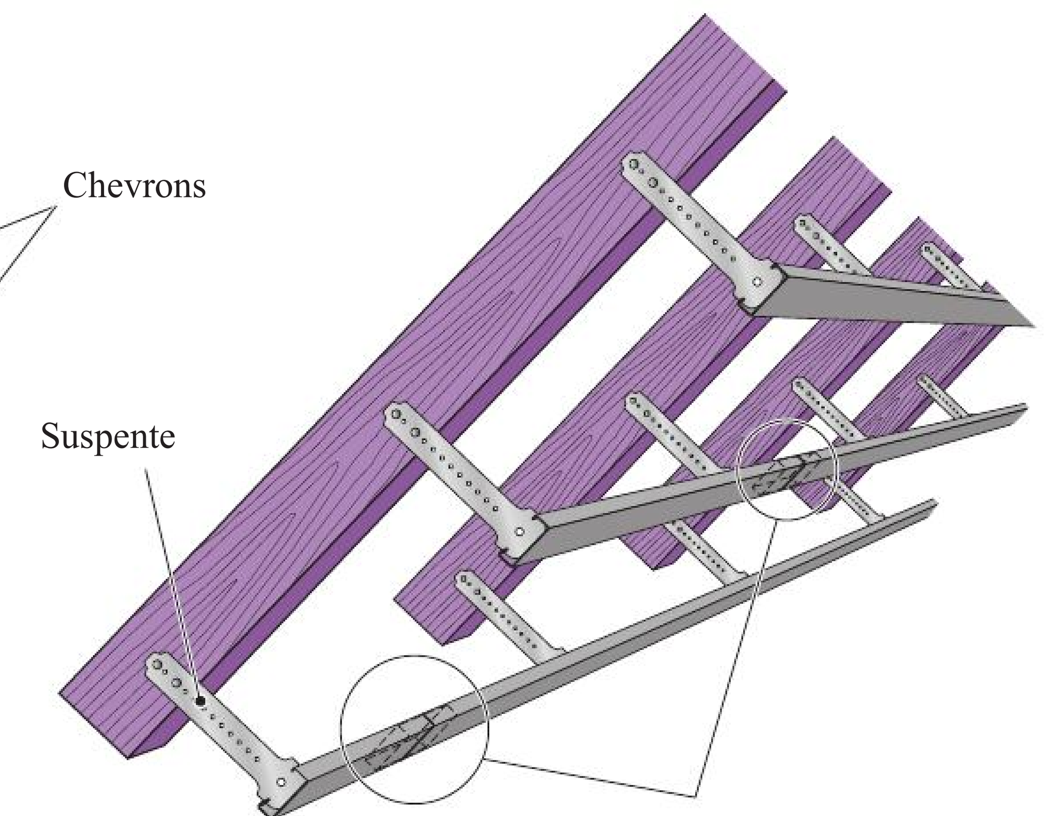
Les combles aménagés sont destinés à être habités ou occupés. Ils doivent être suffisamment spacieux et présenter une hauteur sous plafond adaptée. L'isolation s'applique sur les charpentes traditionnelles ou industrielles. La disposition la plus courante consiste à appliquer un matelas de laine minérale d'une épaisseur minimale de 20 cm, dont une partie peut être posée entre chevrons ou arbalétriers de fermettes, tout en conservant une lame d'air suffisante entre l'isolation et la couverture.

Isolation à l'aide de produits en rouleaux ou en panneaux

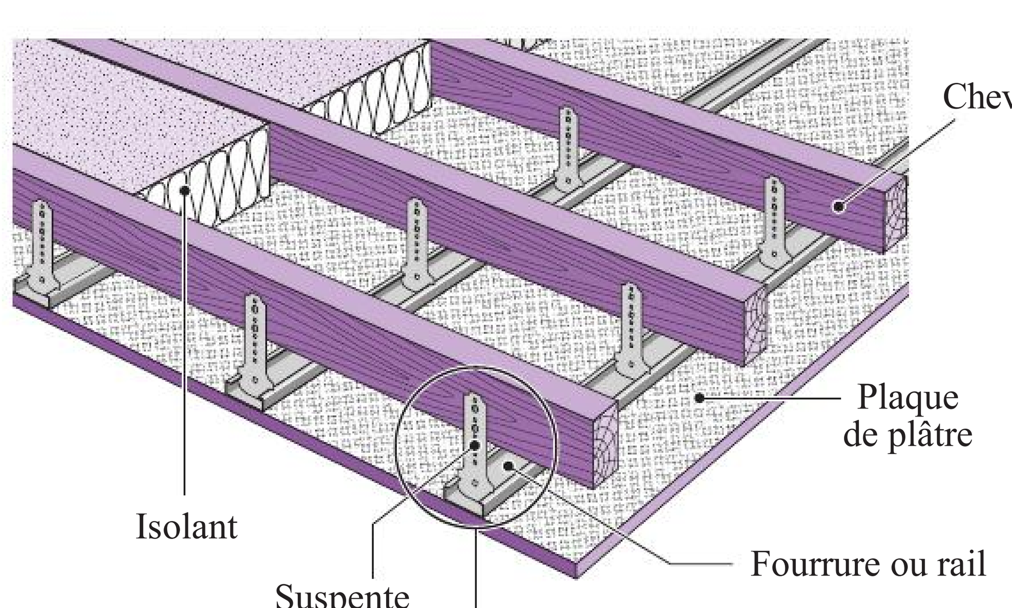
Cette technique consiste à insérer des lés d'isolant entre les éléments de la charpente. Selon le type de charpente, il est possible de mettre en place une ou plusieurs couches d'isolant pour obtenir une performance thermique optimale. Les parements intérieurs des rampants, plafonds et pignons peuvent être habillés avec des plaques de plâtre vissées sur des ossatures métalliques.



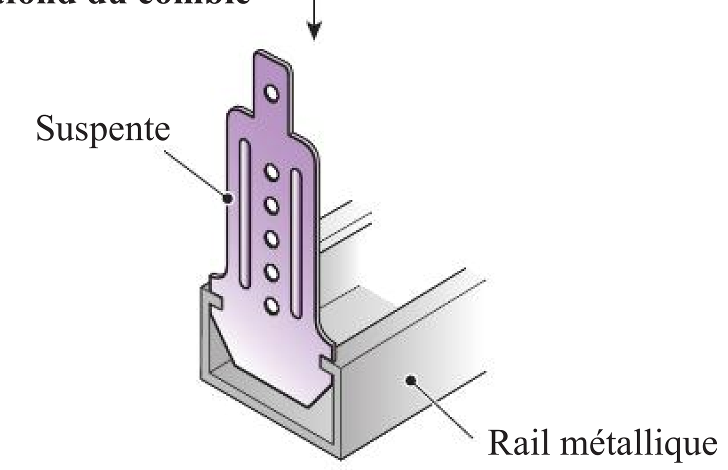
Isolant en une seule couche disposée entre pannes (charpente traditionnelle)



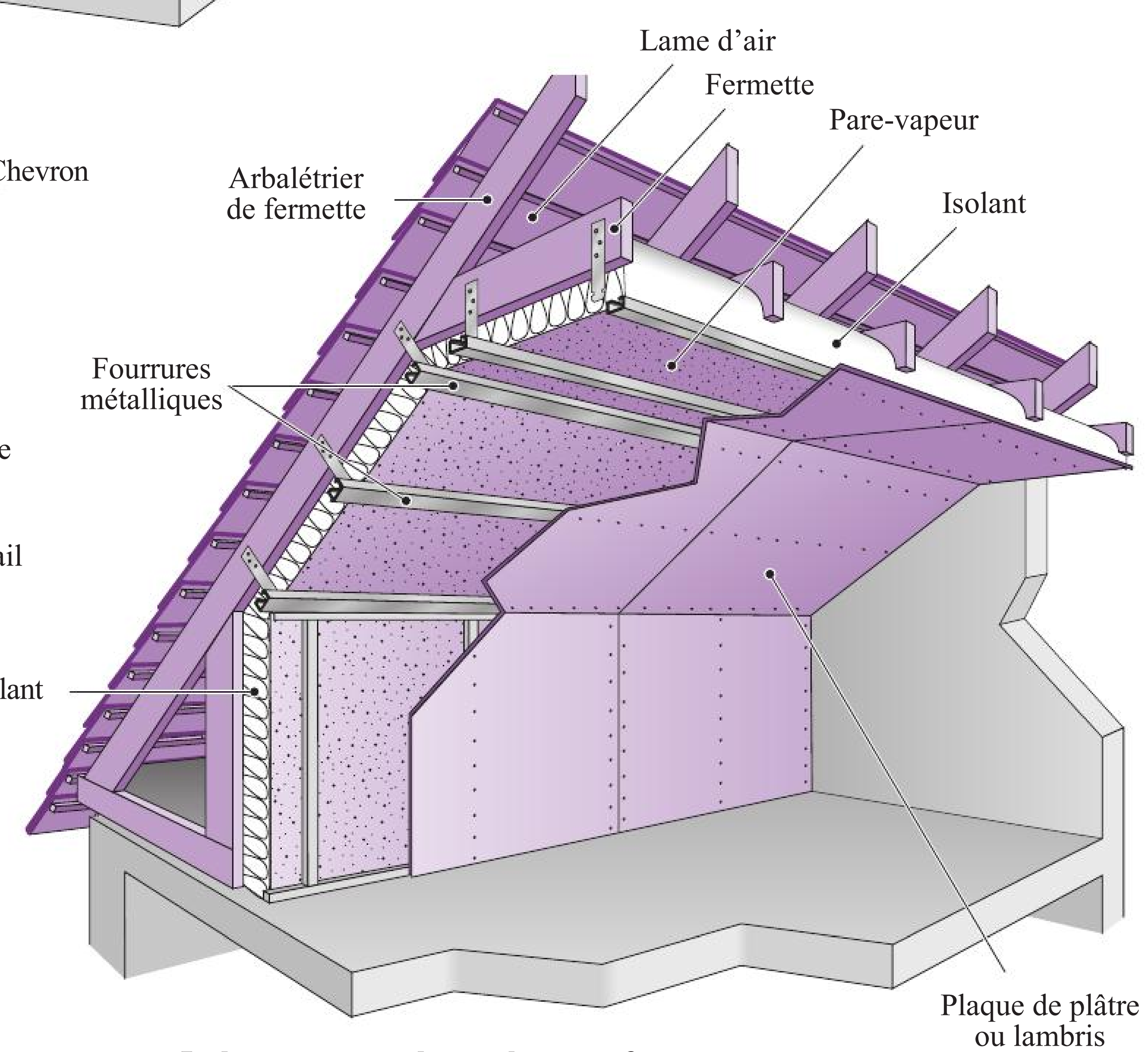
Ossature sur rampant du comble



Plafond du comble



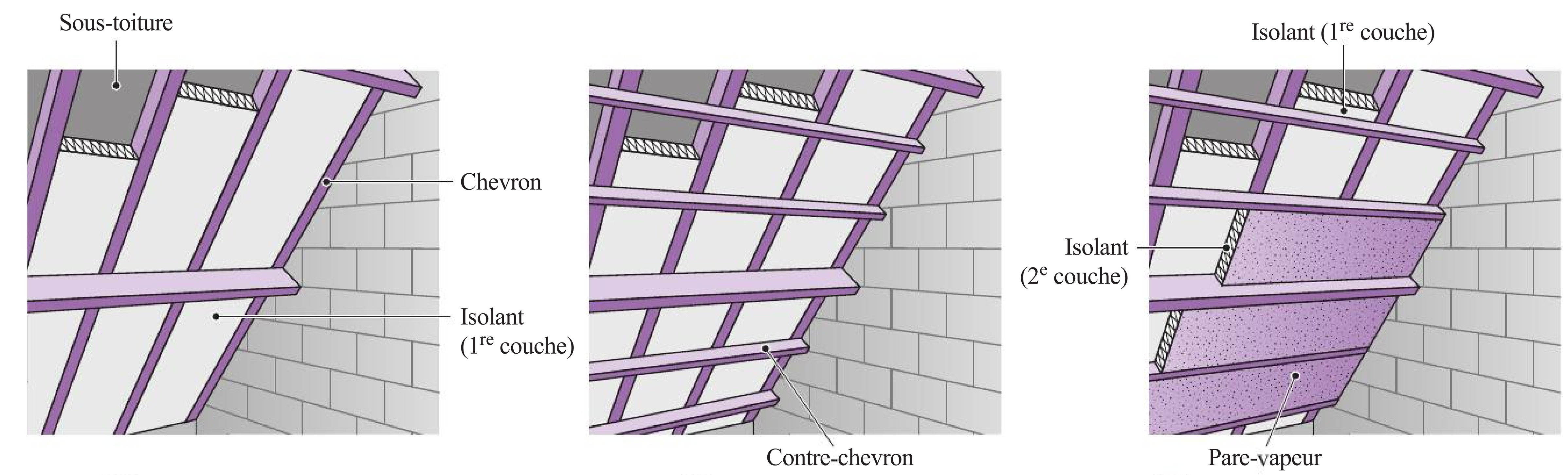
Clipsage des fourrures sur les suspentes



Isolant en une seule couche entre fermettes

Mise en œuvre sans ossature métallique pour charpente traditionnelle

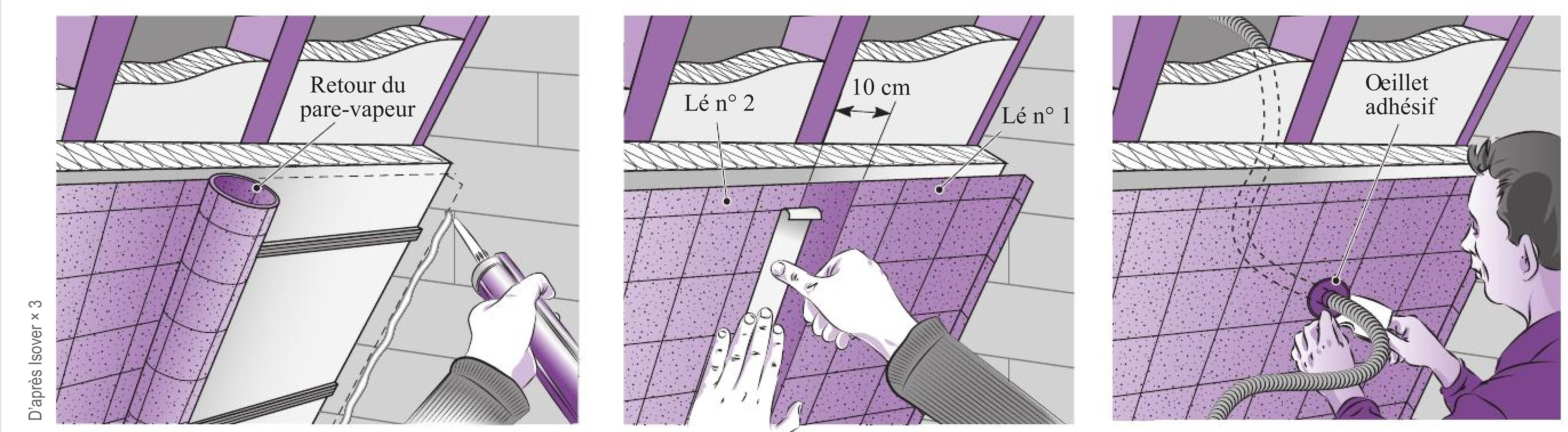
Cette mise en œuvre permet d'éviter l'utilisation d'une ossature métallique. La première couche d'isolant est posée entre les chevrons (a) et la deuxième couche entre les contre-chevrons (b) et à sens croisé sous les chevrons (c). L'isolant est inséré par compression pour être « coincé » entre les chevrons. Un pare-vapeur est positionné en sous-face de la seconde couche d'isolant, vers l'intérieur du comble.



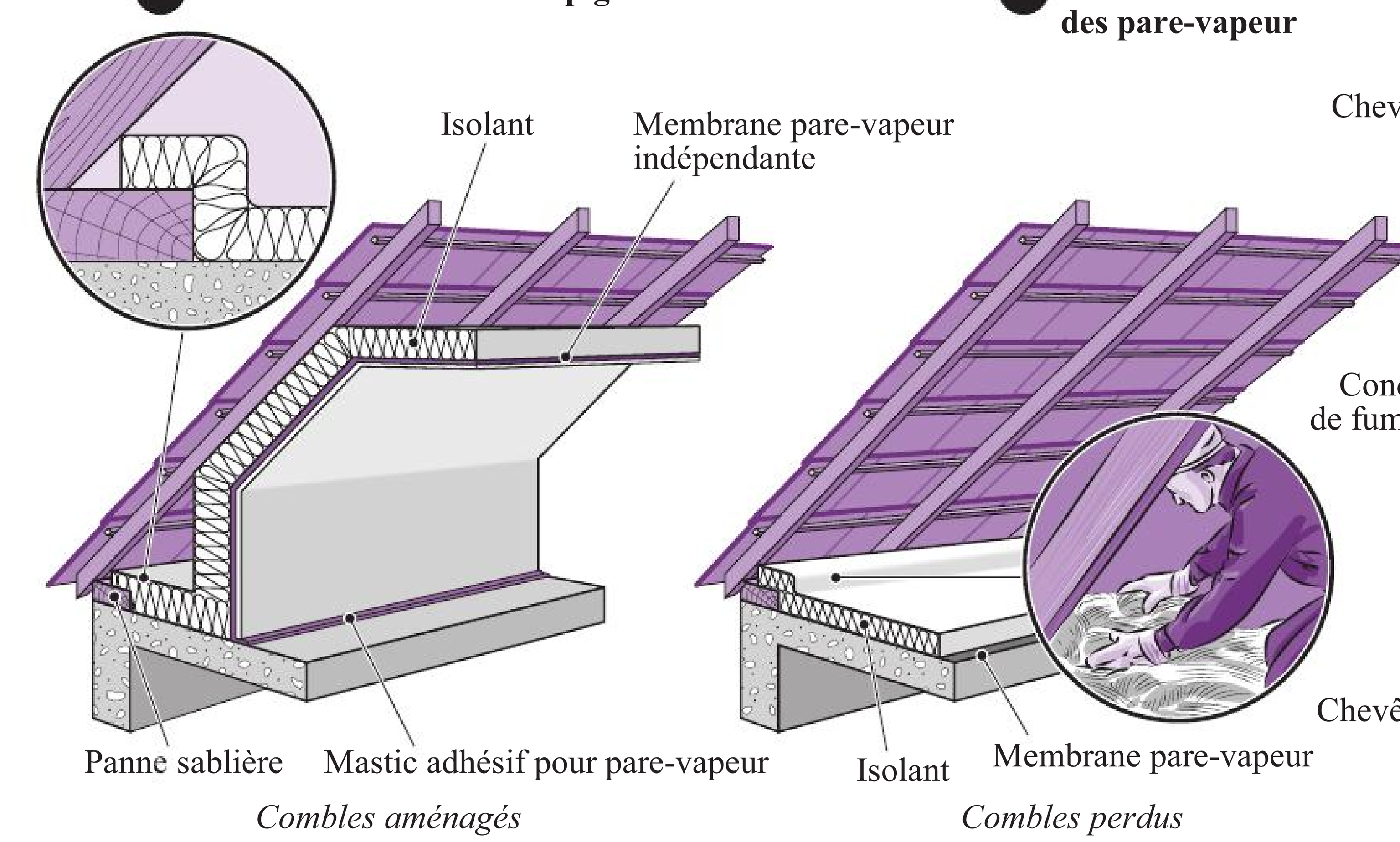
a 1re couche d'isolant **b** Contre-chevrons **c** 2e couche d'isolant et pare-vapeur

Points singuliers

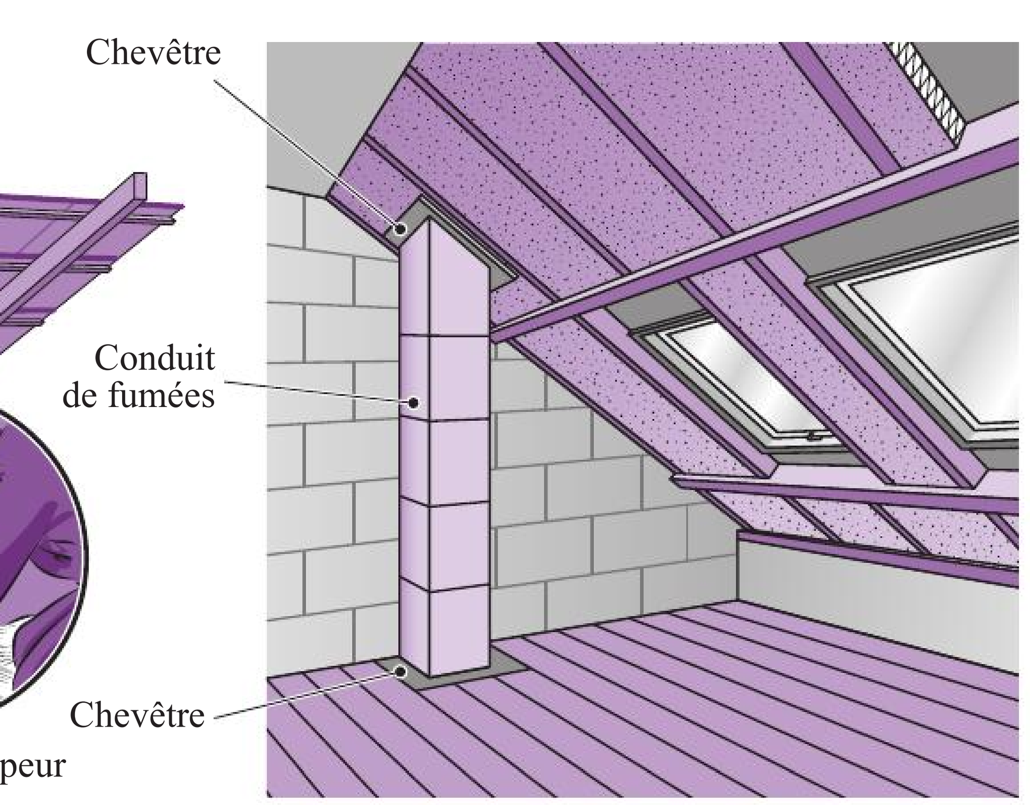
L'isolant et le pare-vapeur doivent être rapportés jusqu'aux murs et au sol sur lesquels un retour du pare-vapeur est collé (a). Un recouvrement de 10 cm des lés du pare-vapeur doit être respecté ; il est étanché à l'aide d'adhésif (b). Le passage des câbles et gaines électriques est rendu étanche au moyen d'un œillet adhésif (c). La continuité de l'isolation thermique est assurée par un calfeutrement au droit des pannes sablières (d). Une protection contre la chaleur est assurée par la mise en œuvre d'un chevêtre autour des conduits de cheminée (e).



a Raccordement aux murs pignons **b** Recouvrement des lés des pare-vapeur **c** Passage des câbles et gaines



d Calfeutrement de la panne sablière



e Chevêtre pour conduit de fumées

Comment ça marche

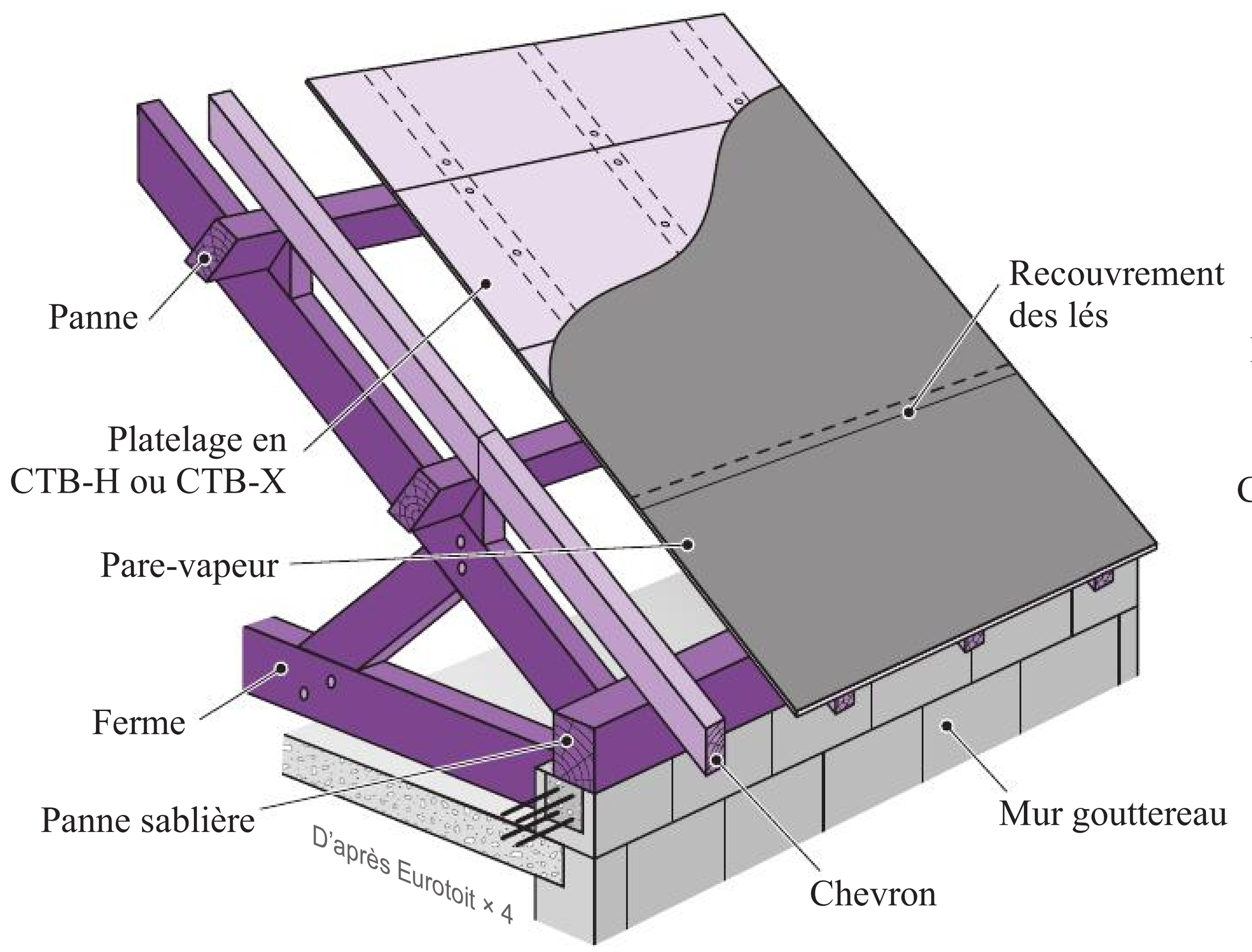
Isolation thermique par surtoiture

L'isolation thermique extérieure par surtoiture (*Sarking*) permet une isolation continue sans ponts thermiques. Elle assure également l'étanchéité à l'air et protège la toiture de l'humidité. Elle peut être mise en œuvre sur les charpentes traditionnelles en bois des bâtiments neufs, les pannes et chevrons restant visibles de l'intérieur. En rénovation, elle permet d'éviter la dégradation des combles aménagés pendant les travaux.

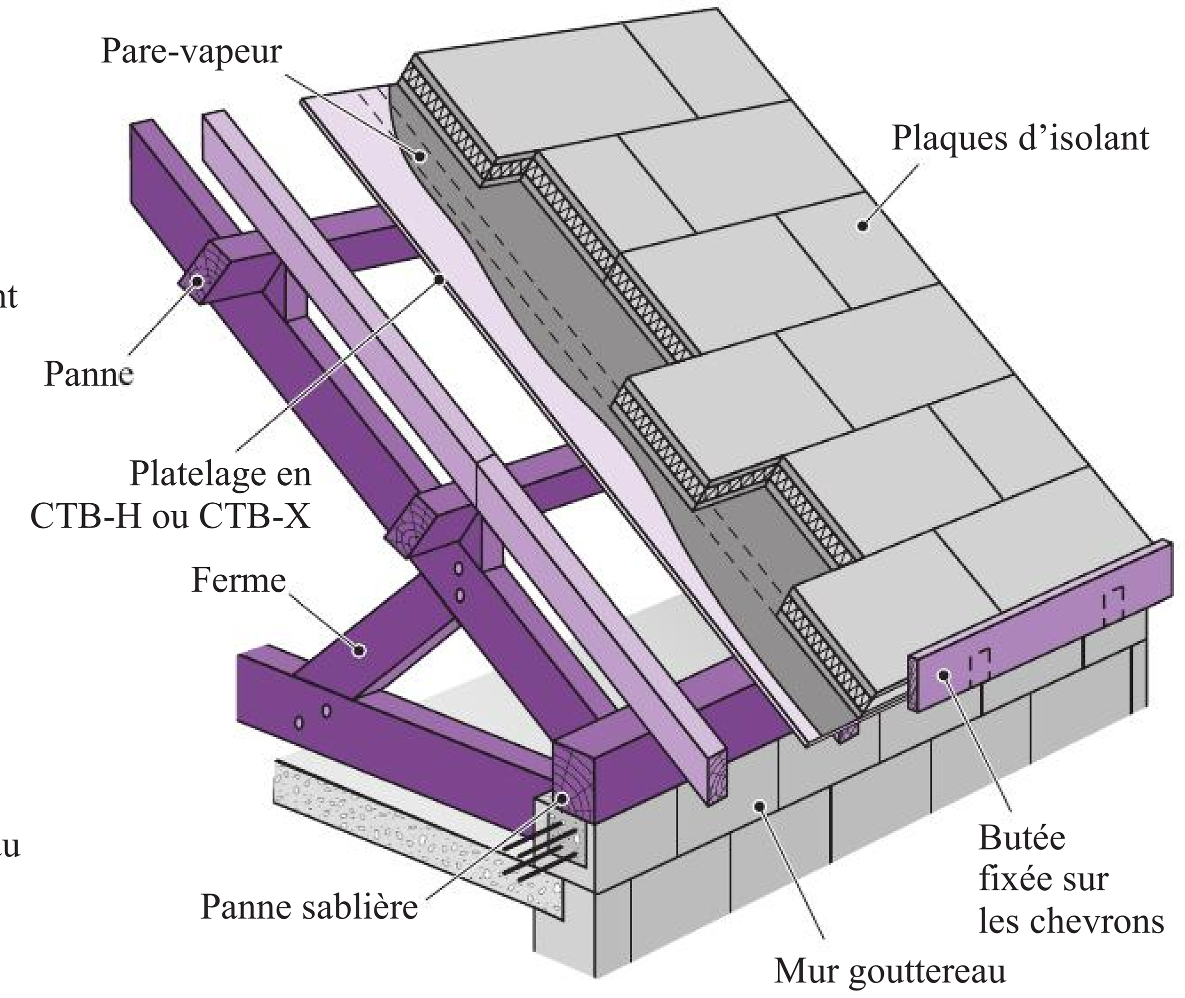
Mise en œuvre sur une construction neuve

L'isolation thermique par l'extérieur sur bâtiment neuf comprend (pour les toitures jusqu'à 900 m d'altitude) :
- un plafond ou platelage continu sur les chevrons composé de plaques CTB-H ou CTB-X ainsi qu'un pare-vapeur avec chevauchement des lés sur 10 à 15 cm dans le plan horizontal et sur 50 cm dans le plan vertical (a) ;
- des plaques d'isolant posées jointives à joints décalés en une ou deux couches, calées sur une butée en bois fixée au niveau de la ligne d'égout (b) ;
- un écran de sous-toiture et des contre-liteaux fixés sur les chevrons au moyen de vis à double filetage posées à 30° en quinconce pour la laine minérale ou au moyen de pointes torsadées ou crantées galvanisées pour le polystyrène. Ces fixations traversent l'écran de sous-toiture, l'isolant et le pare-vapeur. Les contre-liteaux permettent de ménager une lame d'air assurant la ventilation de la toiture (c) ;
- des liteaux, un voligeage ou un platelage formant le support des éléments de couverture (d).

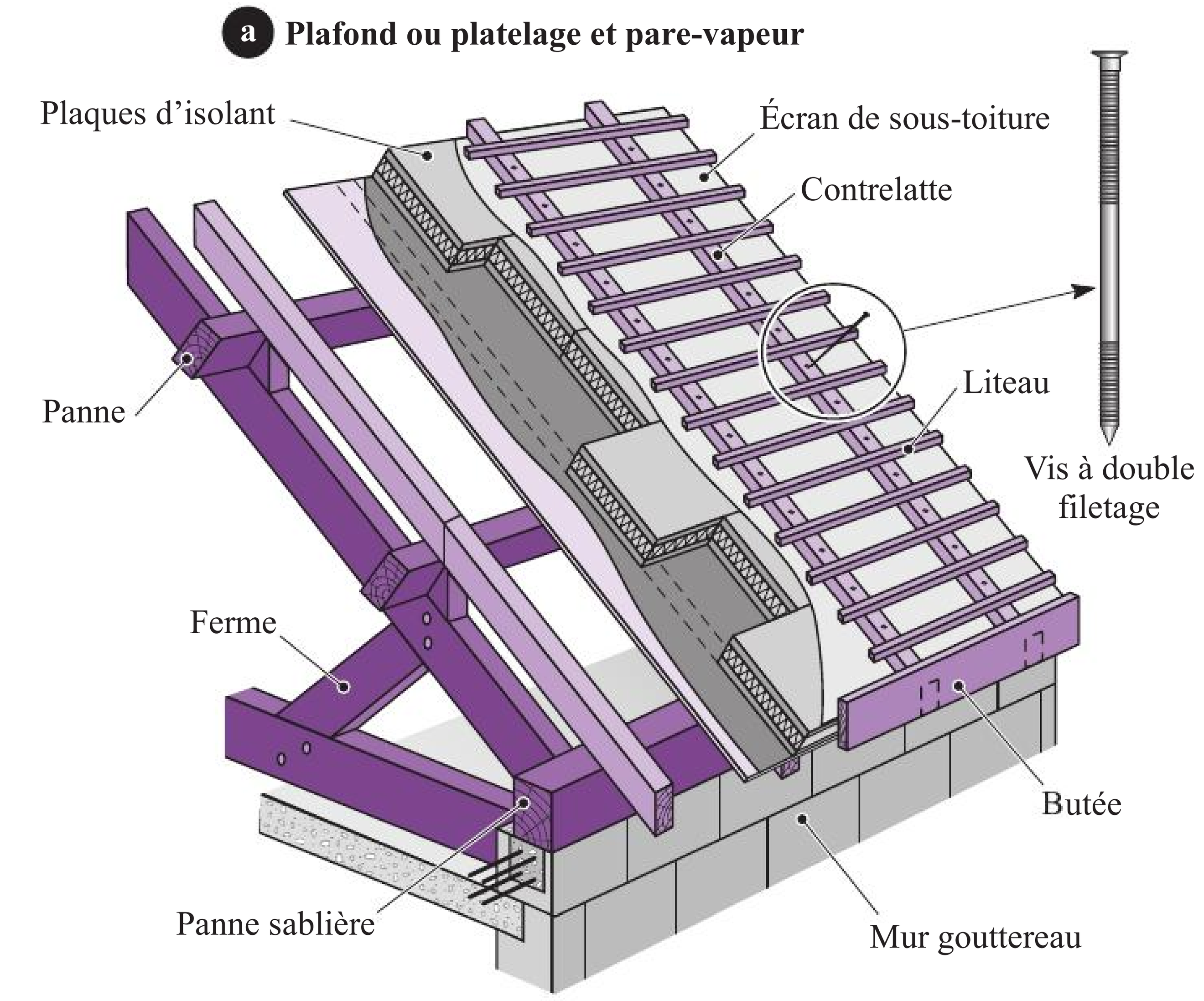
Au-delà de 900 m d'altitude, une double ventilation de toiture doit être mise en place.



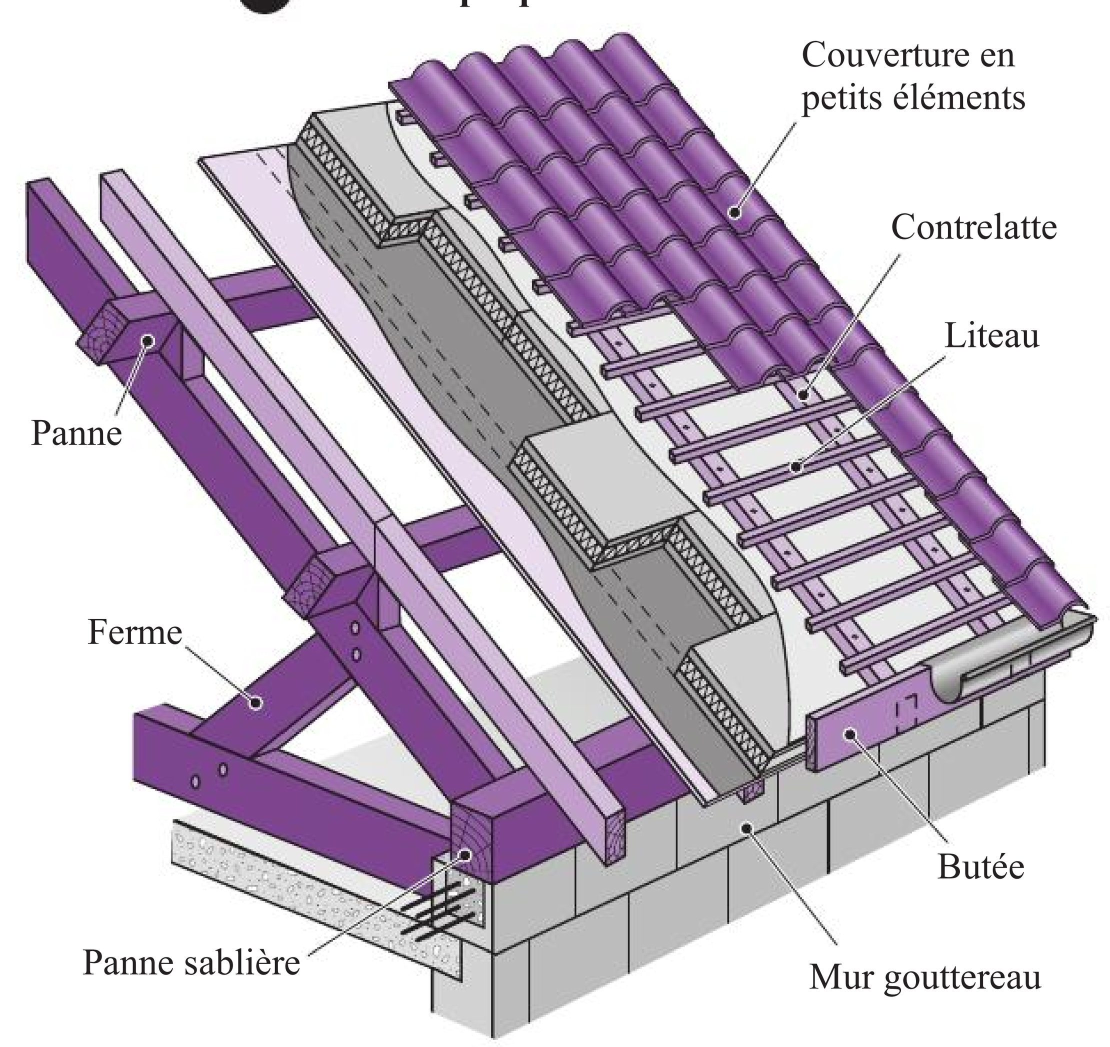
a Plafond ou platelage et pare-vapeur



b Butées et plaques d'isolant



c Écran de sous-toiture et support de couverture

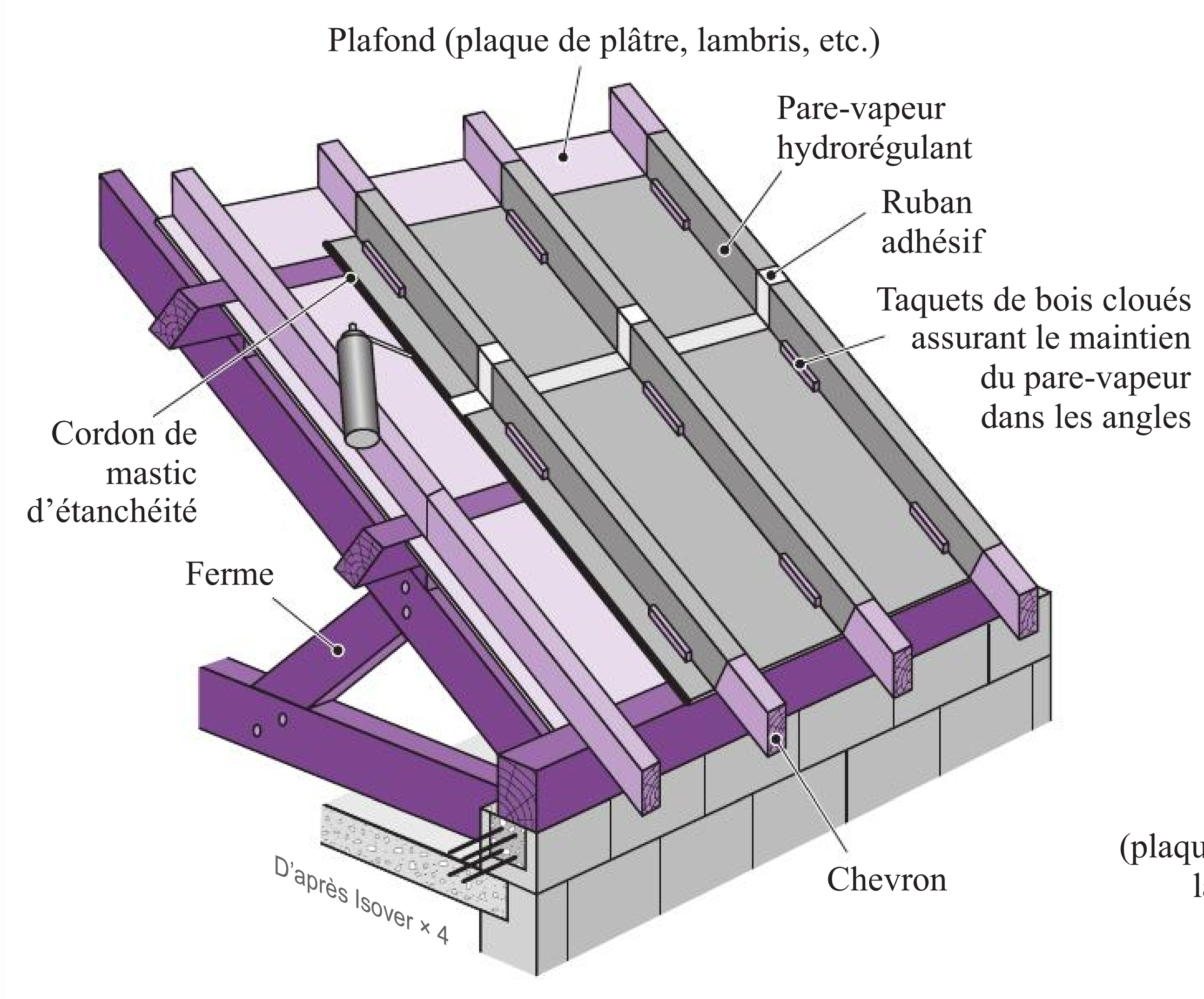


d Couverture en petits éléments

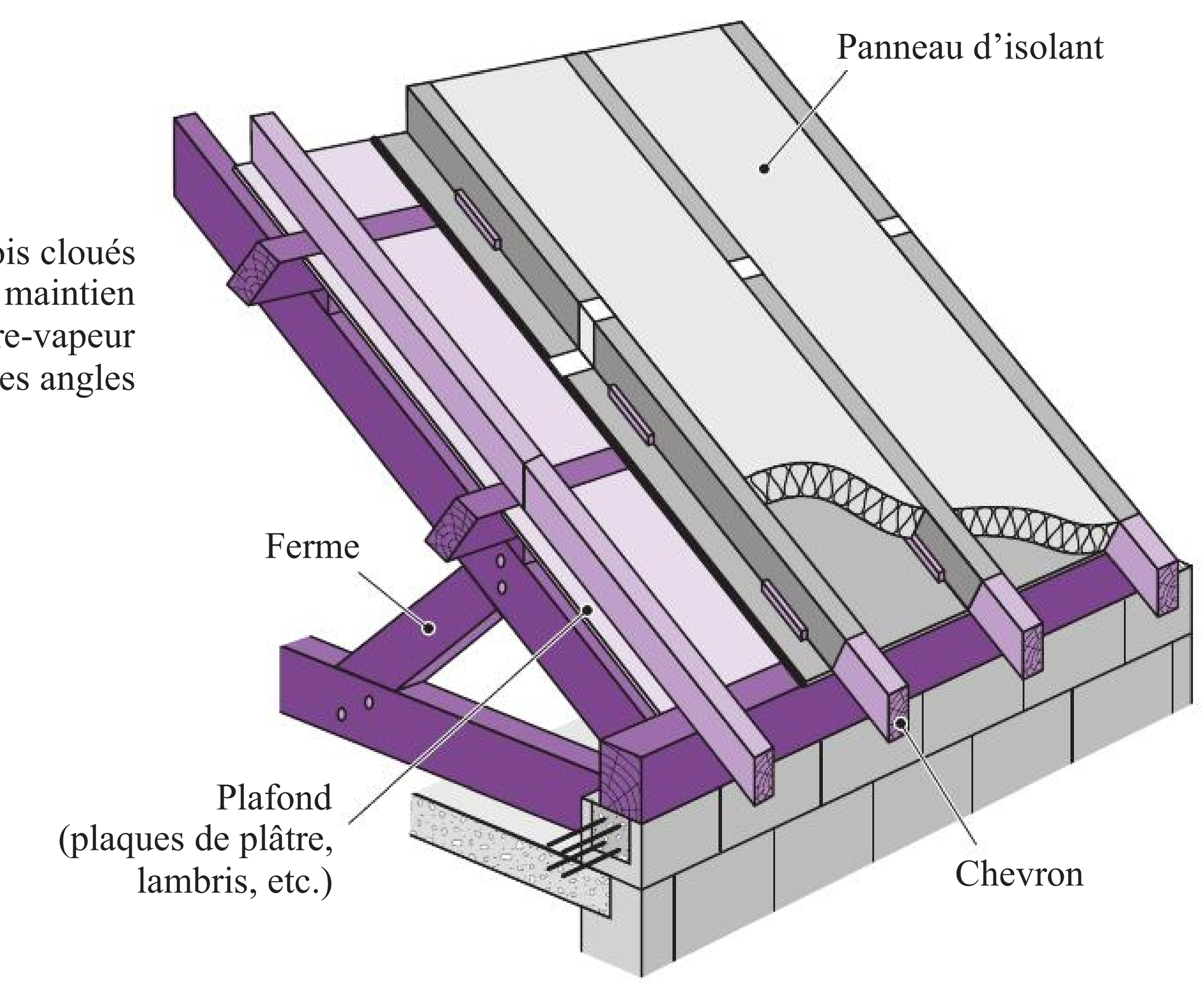
Mise en œuvre en réhabilitation

En réhabilitation, l'isolation thermique par surtoiture permet d'éviter une intervention dans les combles aménagés. Les éléments de couverture sont déposés jusqu'au plafond des combles (plaques de plâtre, lambris, etc.) avant la pose de l'isolant. La mise en œuvre d'une seule couche d'isolant, interrompue par les chevrons, crée des ponts thermiques ponctuels. Pour y remédier, une seconde couche d'isolant, perpendiculaire à la première, est posée. La continuité de l'isolation de la toiture avec celle des parois verticales doit être assurée. Une isolation thermique par surtoiture en réhabilitation comprend :
- un pare-vapeur hydrorégulant posé sur le plafond et les chevrons. L'étanchéité est assurée par un recouvrement des lés, du ruban adhésif, du mastic d'étanchéité et des manchettes d'étanchéité pour les traversées (a) ;
- des panneaux d'isolant découpés à la largeur des chevrons + 1 cm en une (b) ou deux couches ;
- un écran de sous-toiture et des contre-chevrons cloués à travers le pare-vapeur sur la charpente existante à l'aide de pointes torsadées ou crantées galvanisées (c) ;
- des liteaux, un voligeage ou un platelage assurant le support des éléments de couverture (d).

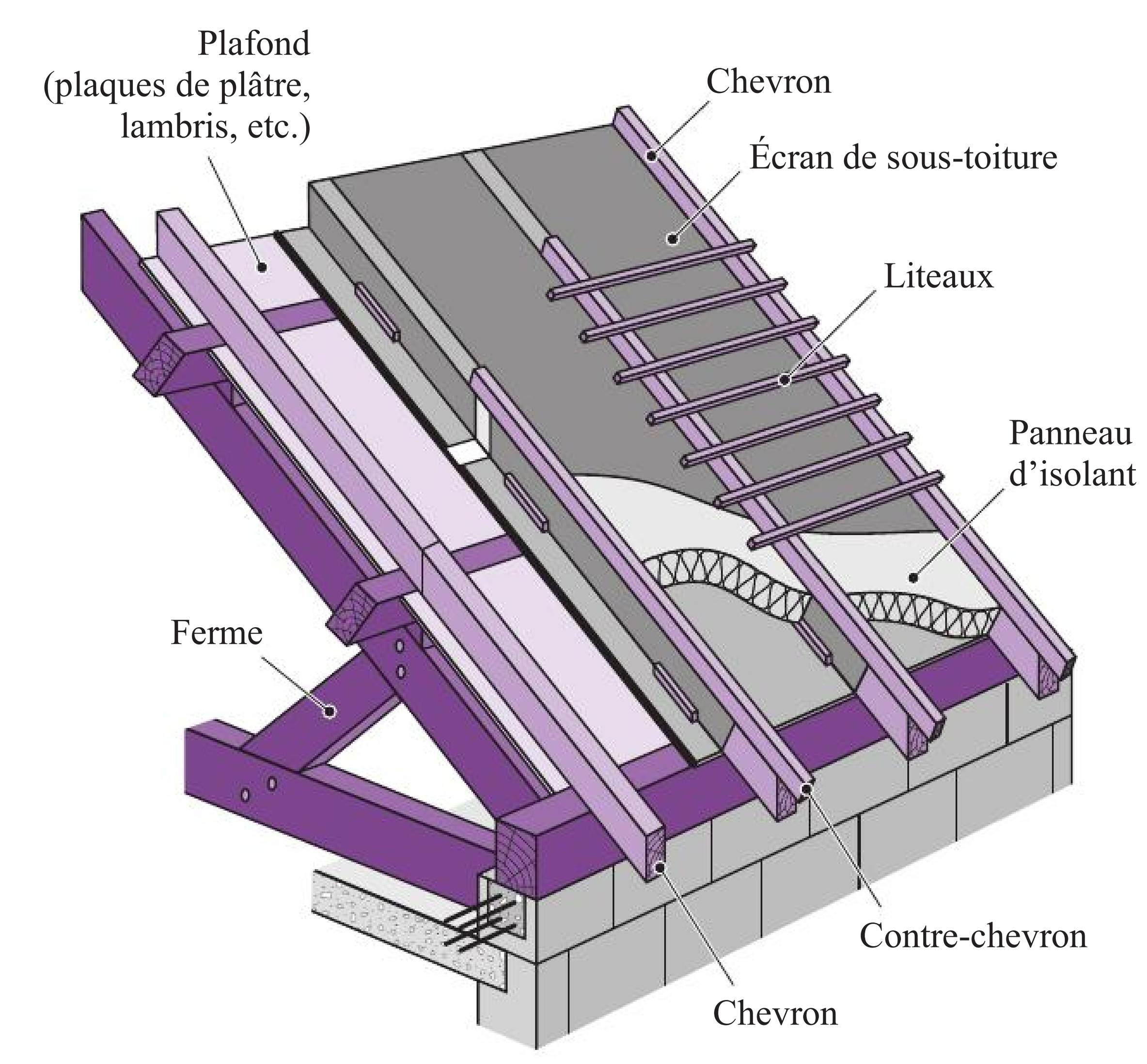
Dans le cas d'une isolation en double épaisseur, la seconde couche d'isolant peut être réalisée au moyen de panneaux de laine de roche pourvus d'une protection pare-pluie avec languettes de recouvrement entre panneaux, ou au moyen de panneaux de fibres de bois pourvus d'une couche de protection pare-pluie. Tous les faîtages, noues, arêtiers, etc. doivent être recouverts d'un pare-pluie fixé avec du ruban adhésif résistant à l'eau.



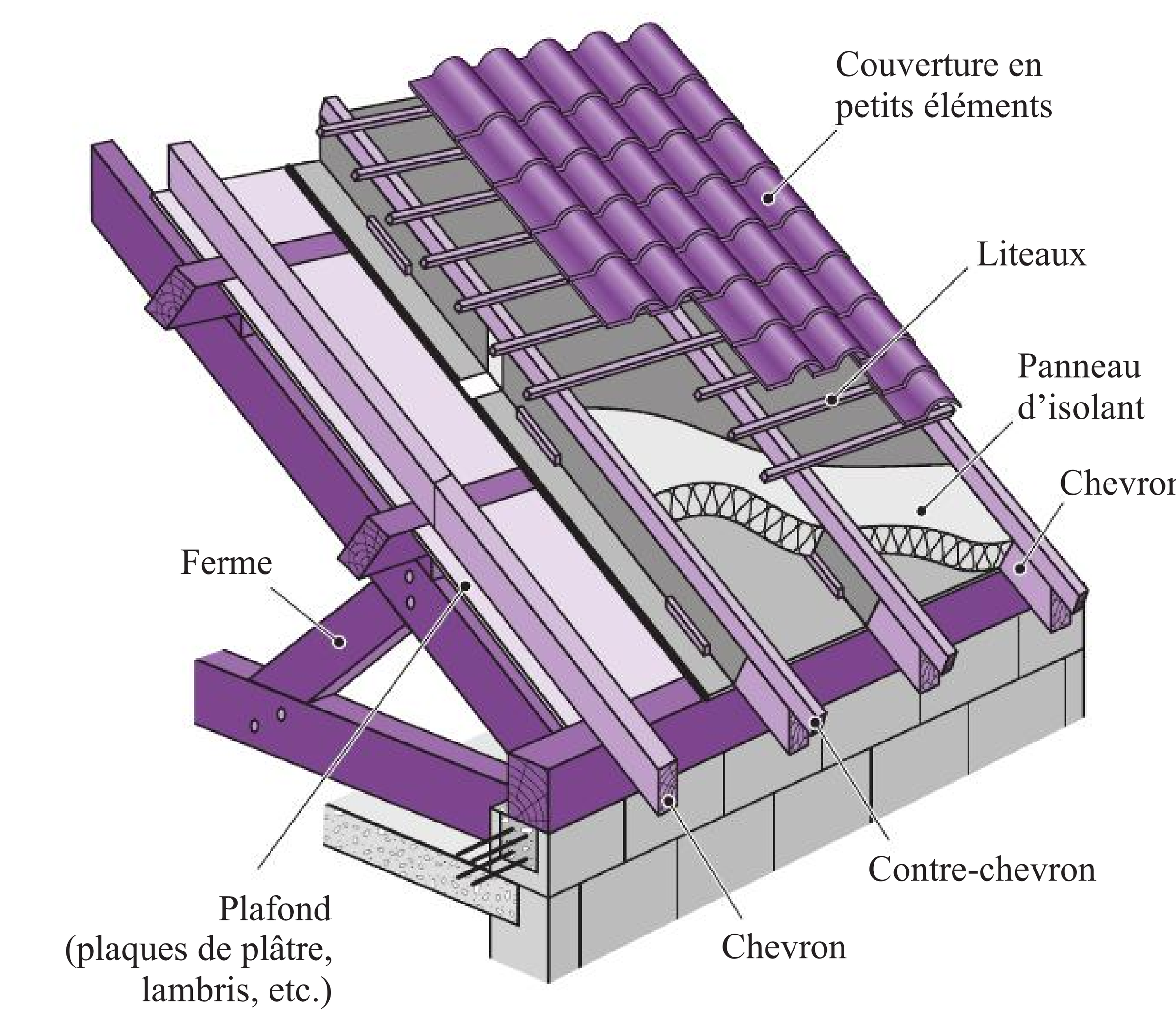
a Pare-vapeur hydrorégulant



b Panneaux d'isolant (une couche)



c Écran de sous-toiture et support de couverture



d Couverture en petits éléments

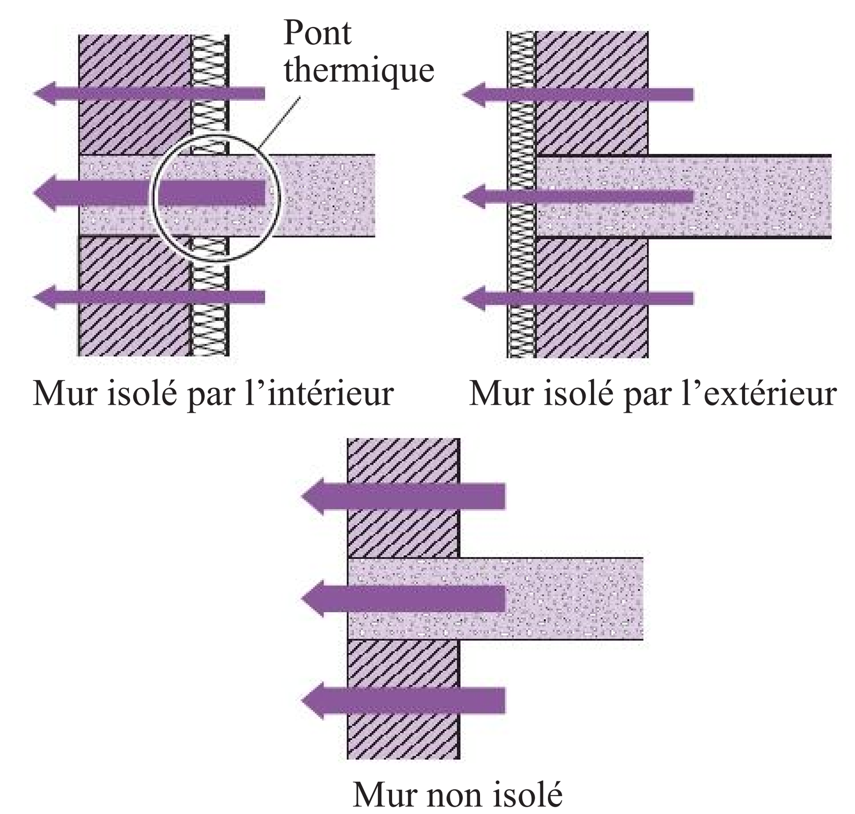
Comment ça marche

Isolation des murs par l'extérieur

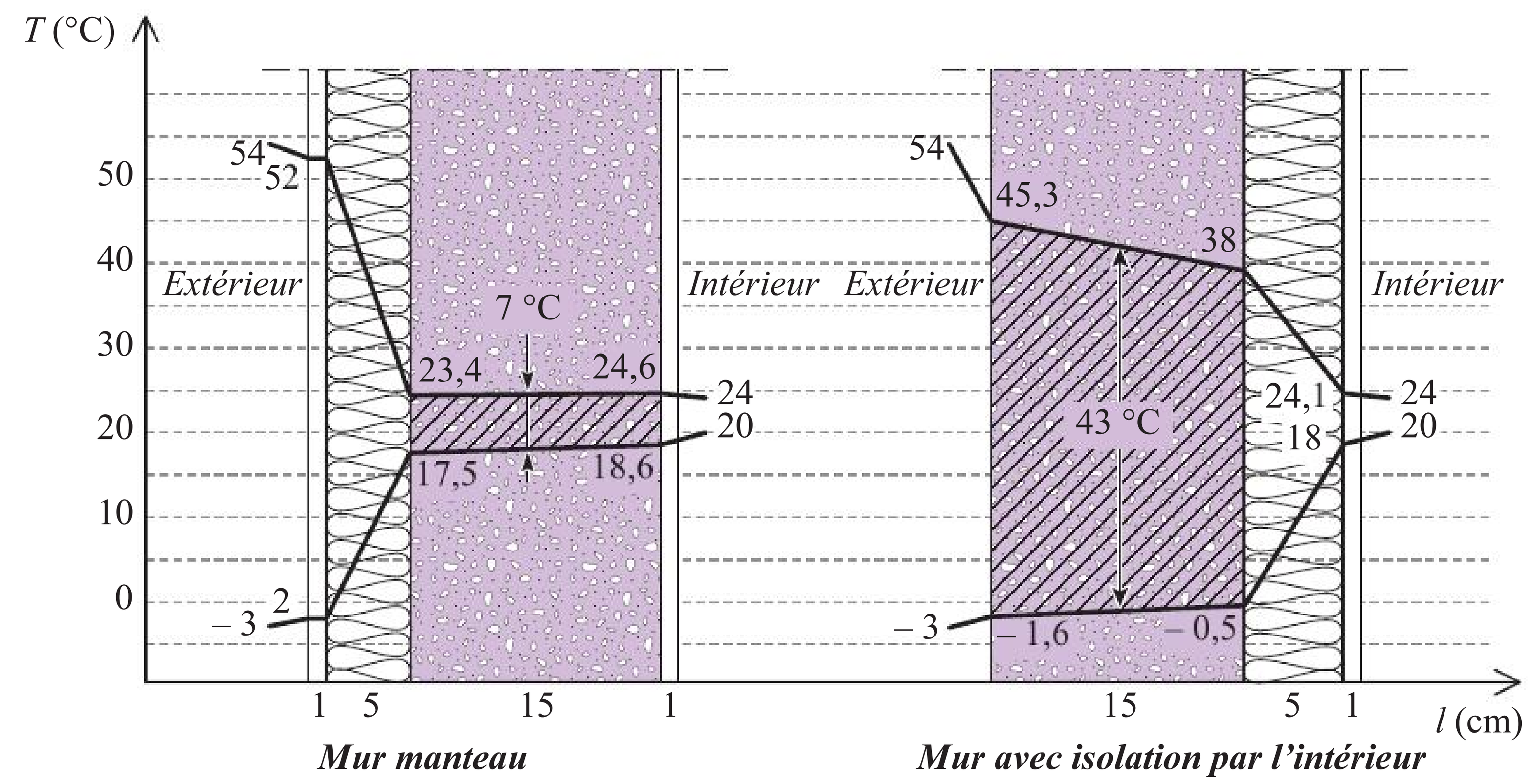
L'isolation thermique des murs par l'extérieur (ITE) est réalisée par la pose d'un isolant sur l'ensemble des murs extérieurs. Cet isolant est recouvert d'un enduit ou d'un bardage. Ce procédé d'isolation thermique permet d'assurer l'étanchéité à la pluie, de supprimer les ponts thermiques, et de réduire les ouvrages de gros œuvre. En réhabilitation, l'isolation thermique par l'extérieur permet d'effectuer simultanément une isolation thermique et un ravalement sans intervention dans les locaux occupés.

Performances

L'isolation thermique par l'extérieur est une solution particulièrement adaptée pour améliorer les performances thermiques des bâtiments puisqu'elle permet de supprimer la plupart des ponts thermiques (a) en assurant l'homogénéité complète de la structure, d'obtenir des températures stables et homogènes entre le jour et la nuit, l'été et l'hiver (b), et de réduire les écarts de température, donc les mouvements différentiels et les contraintes d'origine hygrothermique. Cette protection des structures contre les chocs thermiques et contre l'action agressive de l'eau permet d'augmenter l'inertie thermique et participe à la pérennité du bâtiment.



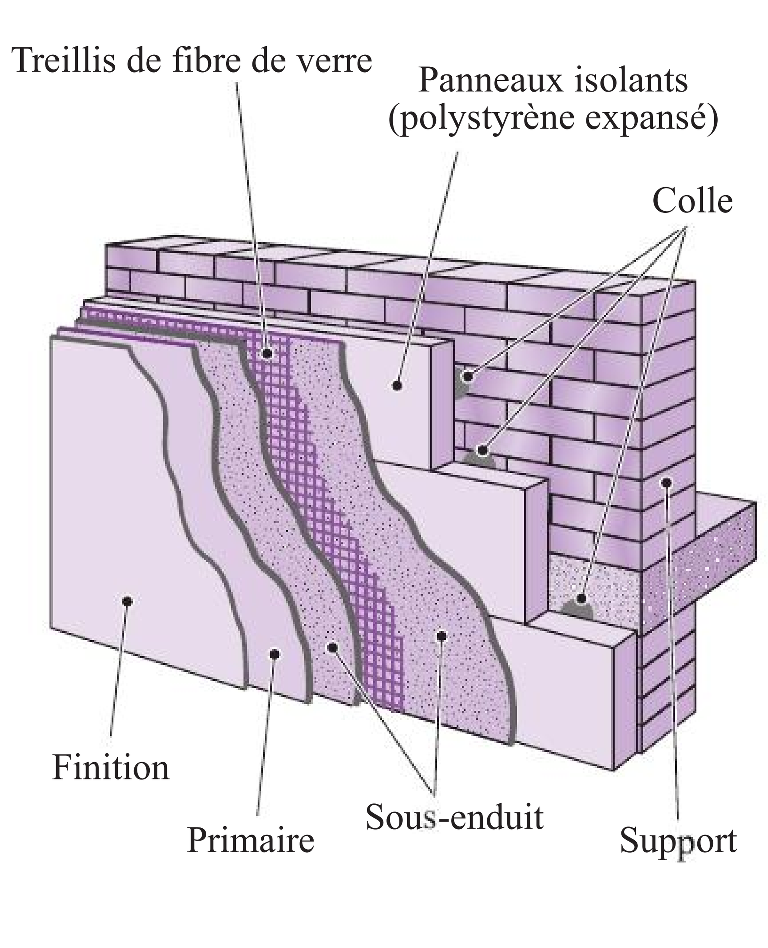
a Influence du type d'isolation



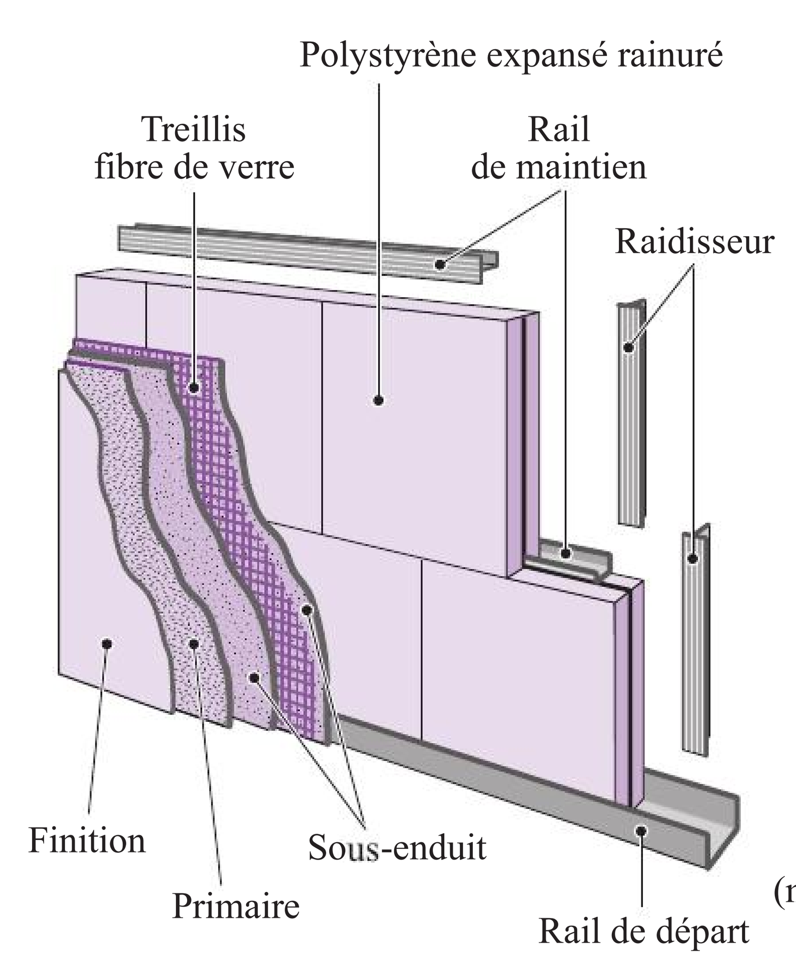
b Écarts de température dans un mur selon le type d'isolation

Enduits minces sur isolants (Etics)

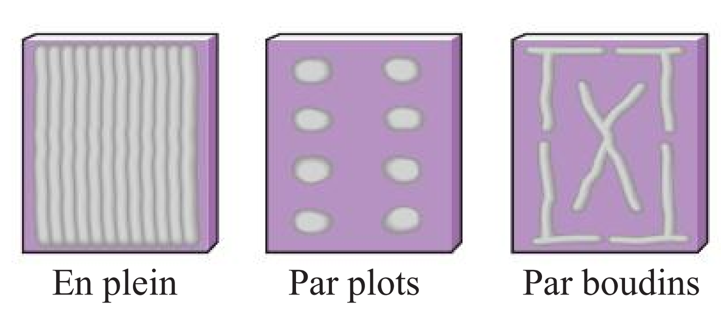
Les systèmes d'enduit mince sur isolant sont constitués d'un enduit mince en trois couches armé d'un treillis de fibres de verre, appliqué sur un isolant (polystyrène expansé, laine de roche ou fibre de bois). Trois modes de fixation de l'isolant sont possibles :
- la fixation par collage (en plein pour les murs neufs) (a) ;
- la fixation sur profilés horizontaux et verticaux en té fixés mécaniquement au support (b) ;
- la fixation calée-chevillée (calage par plots ou par boudins et fixation traversante constituée de chevilles en plastique et de clous d'expansion) (c).



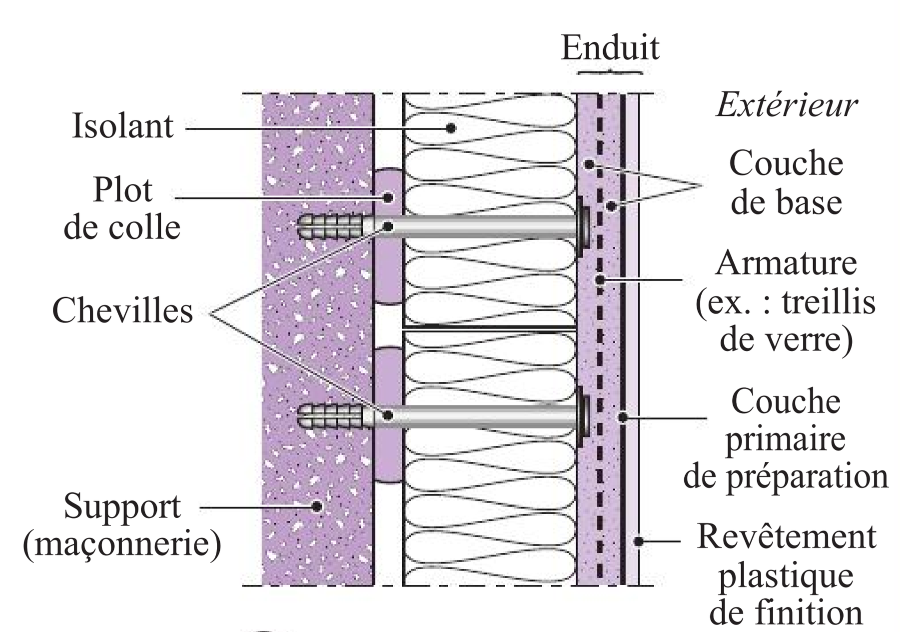
a Fixation collée



b Fixation sur profilés



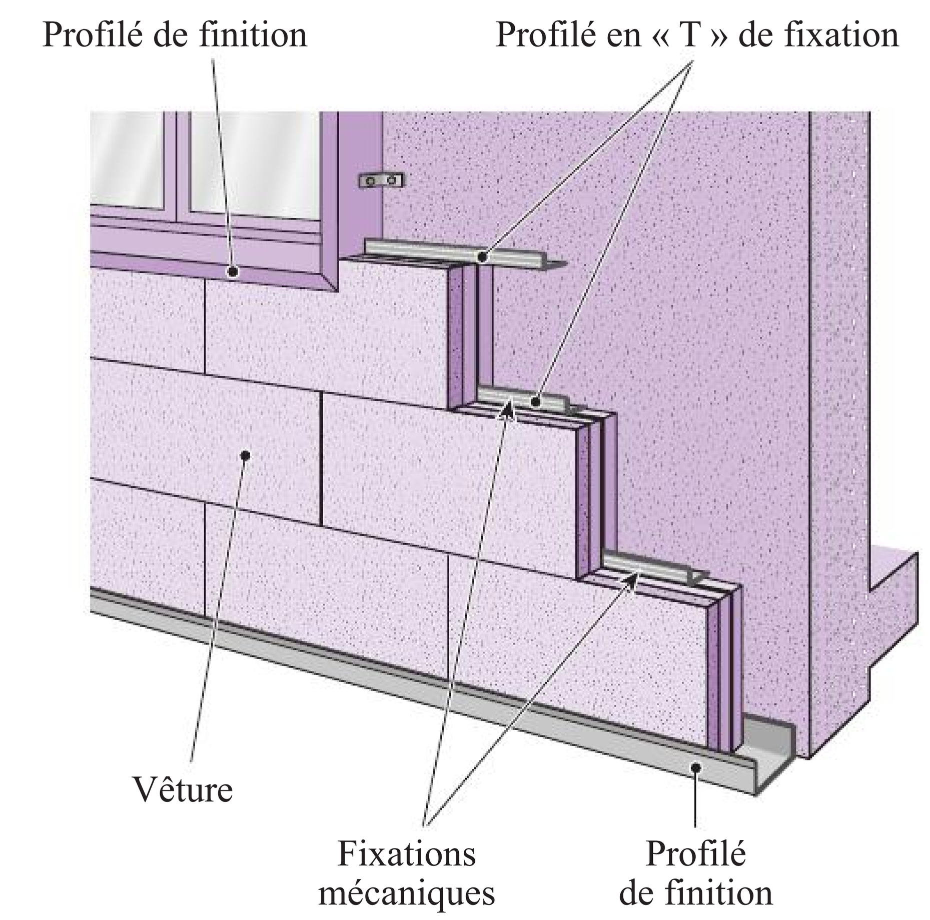
Modes de collage et de calage de l'isolant



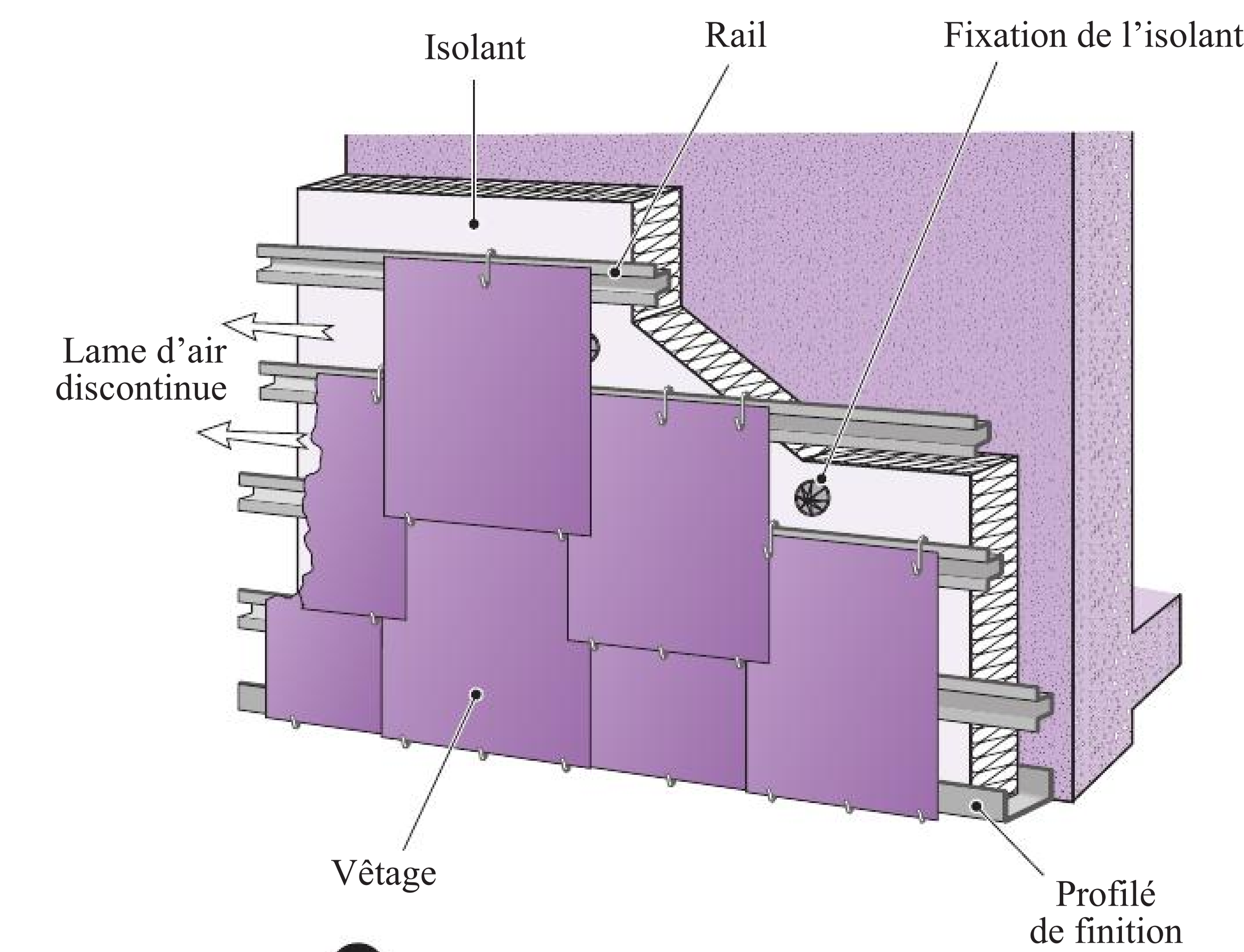
c Fixation calée-chevillée

Vêtures et vêtages

Une vêture (a) est un ensemble de deux éléments (isolant thermique et peau extérieure de protection) posés en une seule fois sur la façade, contrairement aux autres techniques d'isolation par l'extérieur qui nécessitent plusieurs passages sur la façade. Le vêtage (b) consiste à fixer mécaniquement des éléments manufacturés de parement sur un mur sans utiliser d'ossature intermédiaire. Le parement peut être appliqué directement sur le support ou associé à un isolant, avec ou sans lame d'air. Le vêtage permet d'obtenir le même aspect qu'une vêture ou un bardage, à un prix de revient sensiblement inférieur.



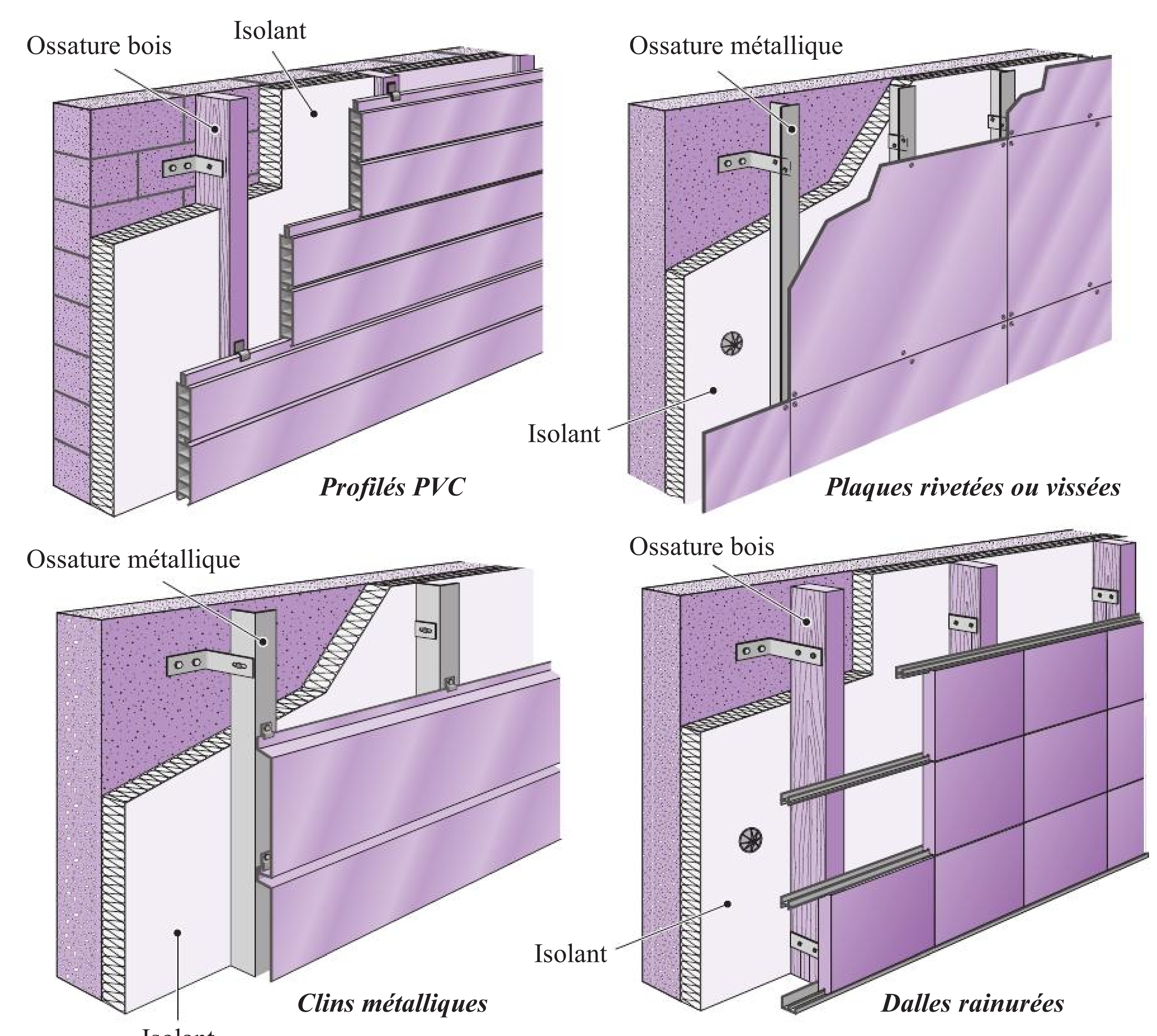
a Vêture isolante



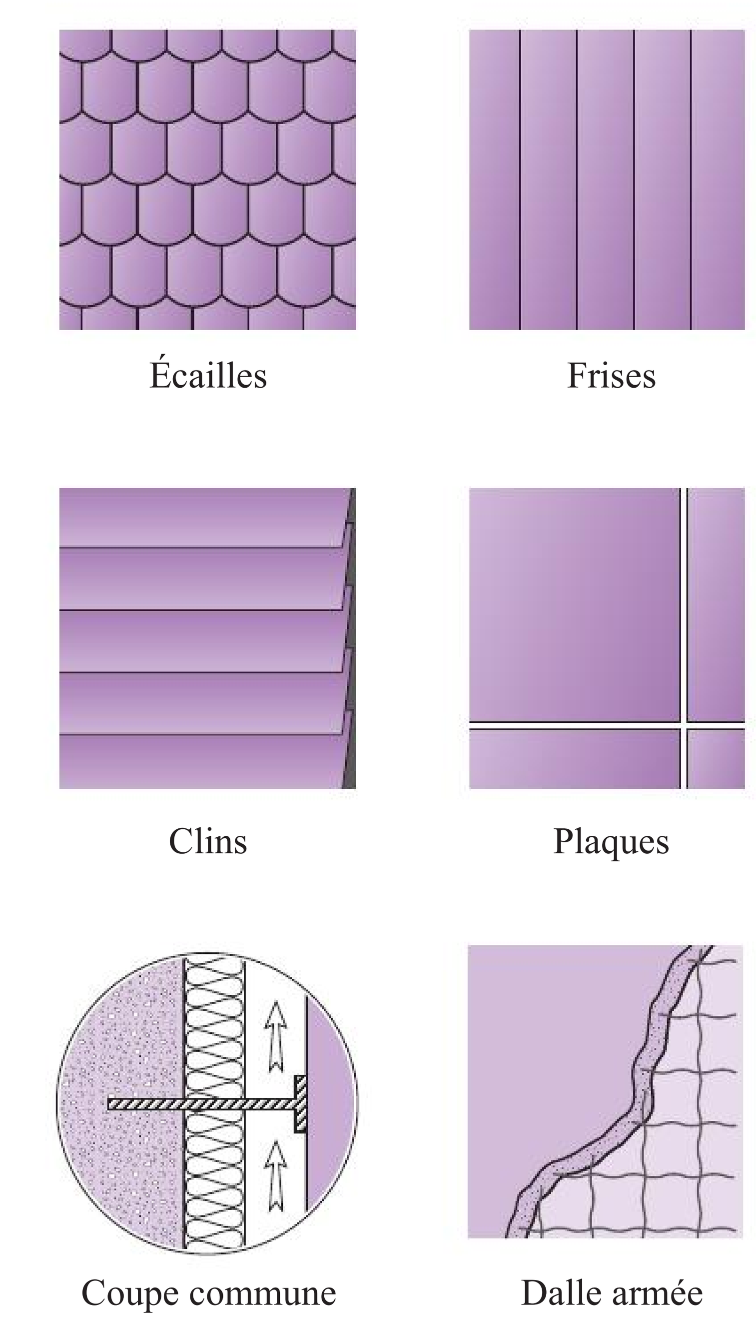
b Vêtage avec lame d'air discontinue

Bardages rapportés

Un bardage rapporté (a) est un ensemble constitué par un parement extérieur (b) rapporté directement ou par l'intermédiaire de lisses sur une ossature en bois ou métallique verticale, fixée au gros œuvre par des pattes en équerre. L'isolation thermique est mise en place entre le gros œuvre et l'ossature, une lame d'air ventilée étant réservée entre l'isolation et le bardage.



a Différents types de bardage



b Différents types de parement

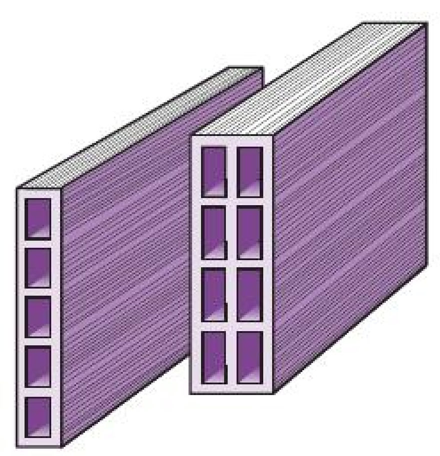
Comment ça marche

Isolation des murs par l'intérieur

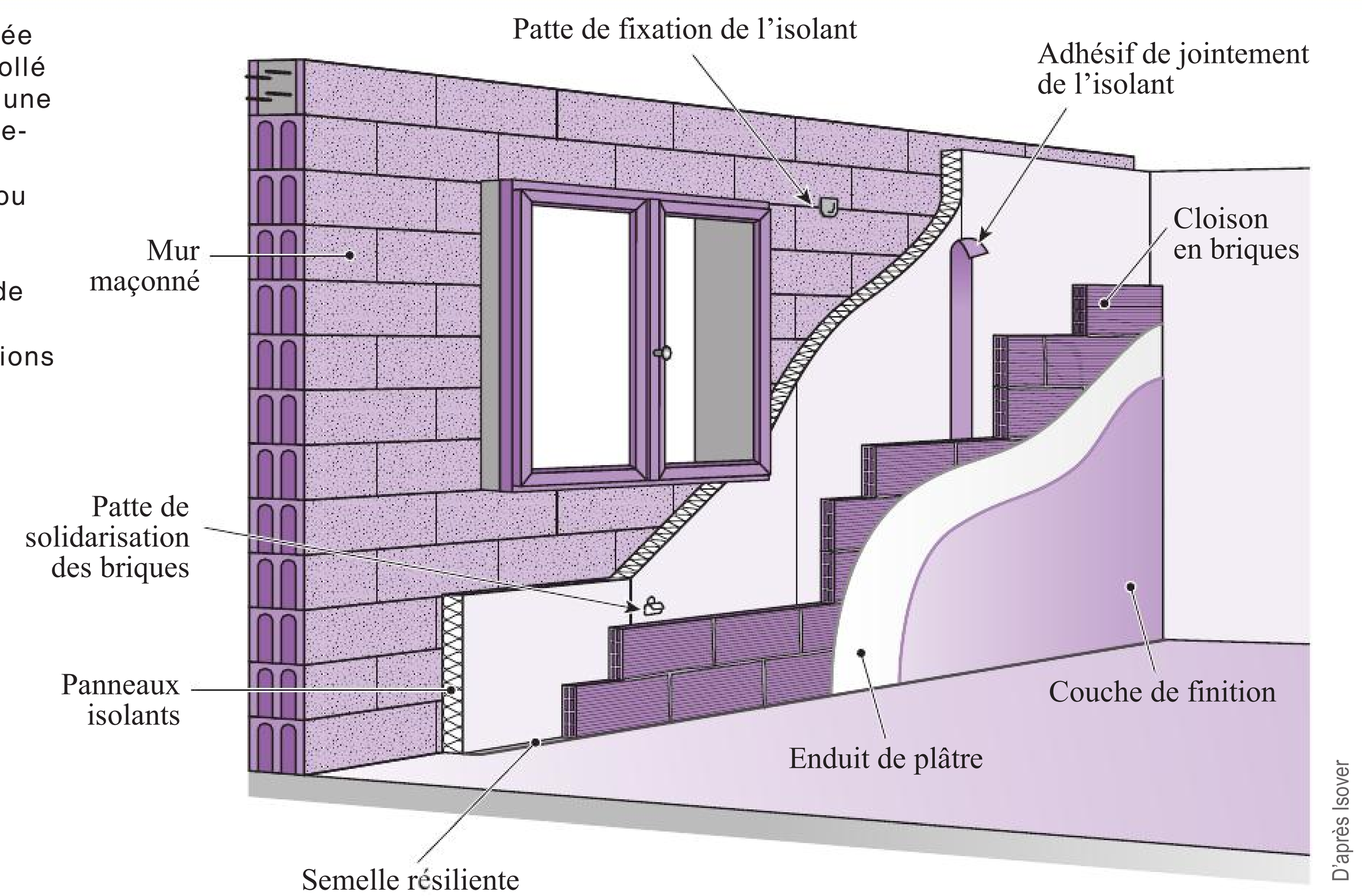
L'isolation thermique par l'intérieur des murs (ITI) est réalisée par la pose d'un isolant sur l'ensemble des murs intérieurs. La pose de cet isolant diminue sensiblement la surface habitable et n'utilise pas l'inertie thermique du mur ; elle engendre de nombreux ponts thermiques difficiles à éliminer. En rénovation, elle permet d'obtenir une finition de la paroi intérieure soignée, quel que soit l'état du mur d'origine. Sont distinguées les cloisons de doublage en briques plâtrières, les contre-cloisons en plaques de plâtre sur ossature métallique et les complexes de doublage collés ou fixés mécaniquement.

Contre-cloisons en briques plâtrières

L'isolation avec contre-cloison est composée d'un isolant semi-rigide ou en panneaux, collé ou fixé mécaniquement contre le mur, et d'une contre-cloison dont l'épaisseur est généralement de 5 cm. Elle est réalisée avec des briques plâtrières, des carreaux de plâtre ou des blocs de béton cellulaire. La création d'une maçonnerie côté intérieur permet d'augmenter l'inertie thermique du mur et de fixer des charges plus importantes. L'étanchéité entre les isolants et aux jonctions avec les autres parois évite les risques de condensation interne.



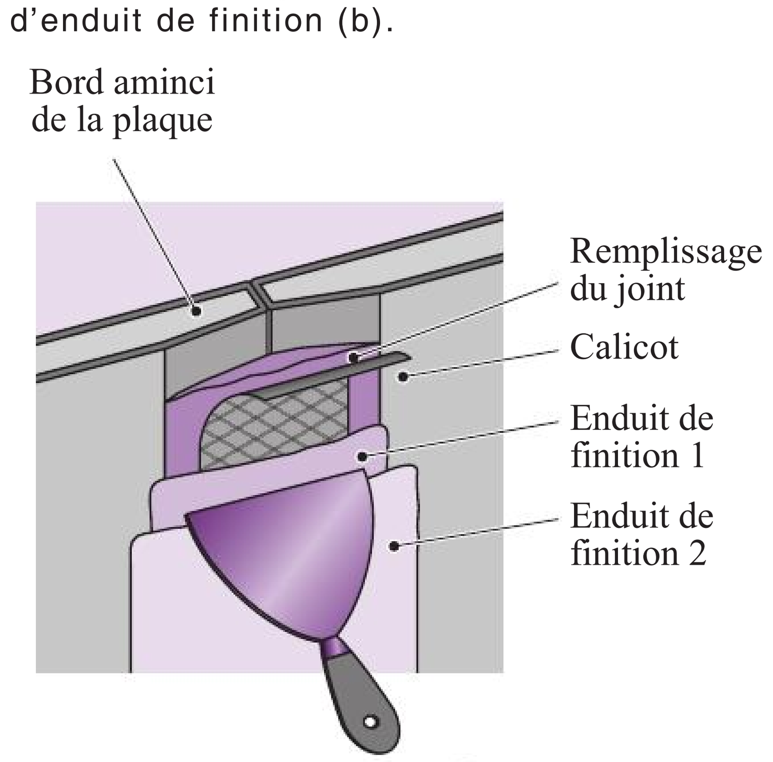
Briques plâtrières pour cloisons



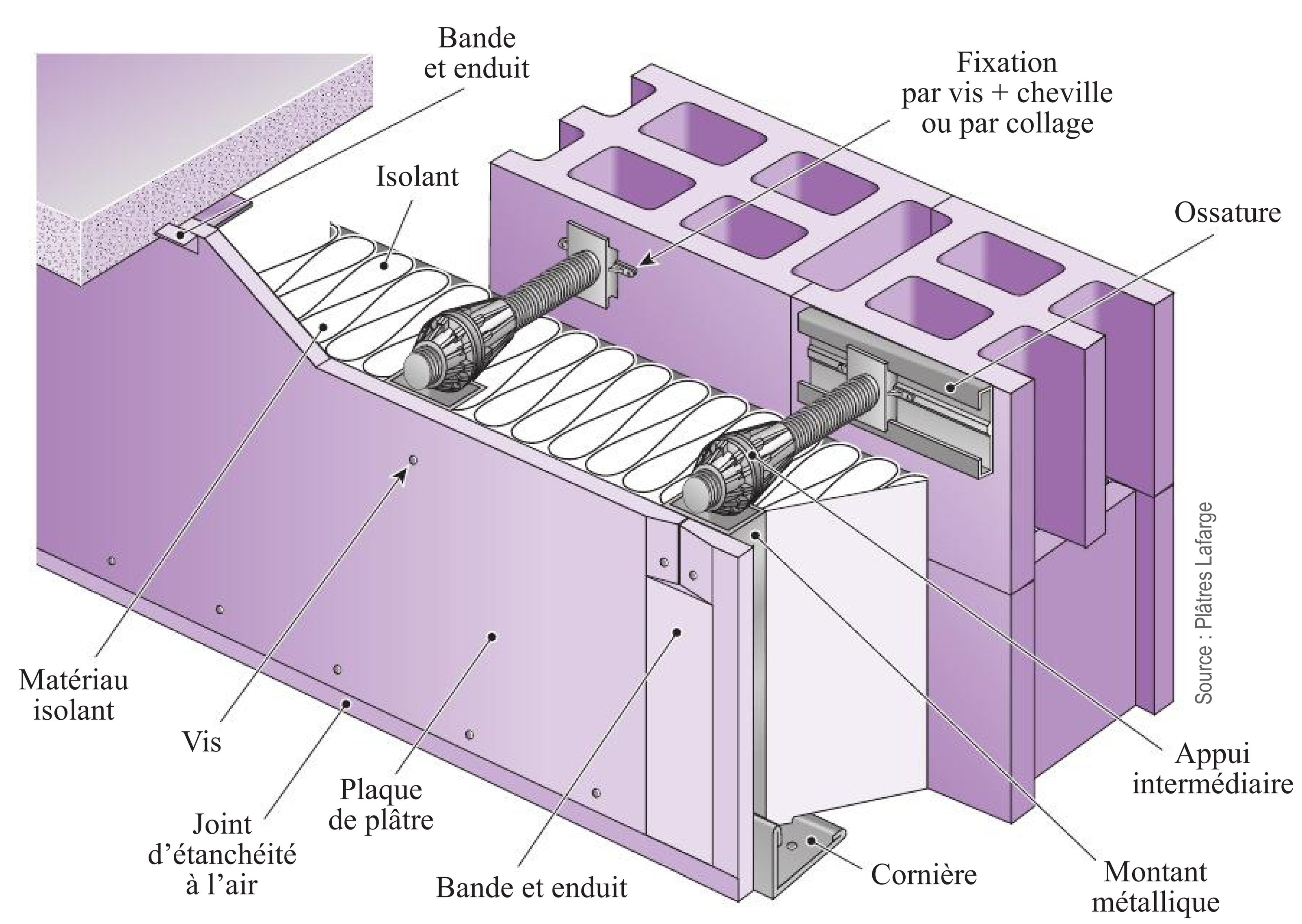
Cloison de doublage en briques plâtrières

Contre-cloisons en plaques de plâtre

Ces contre-cloisons sont réalisées par un assemblage de plaques de plâtre vissées sur une ossature métallique, elle-même fixée sur une paroi extérieure, un isolant étant placé entre les deux (a). Les bords des plaques de plâtre reçoivent une bande de calicot qui dissimule et renforce les joints. Celle-ci est mise en place sur une couche d'enduit servant à l'accroche et reçoit deux couches d'enduit de finition (b).



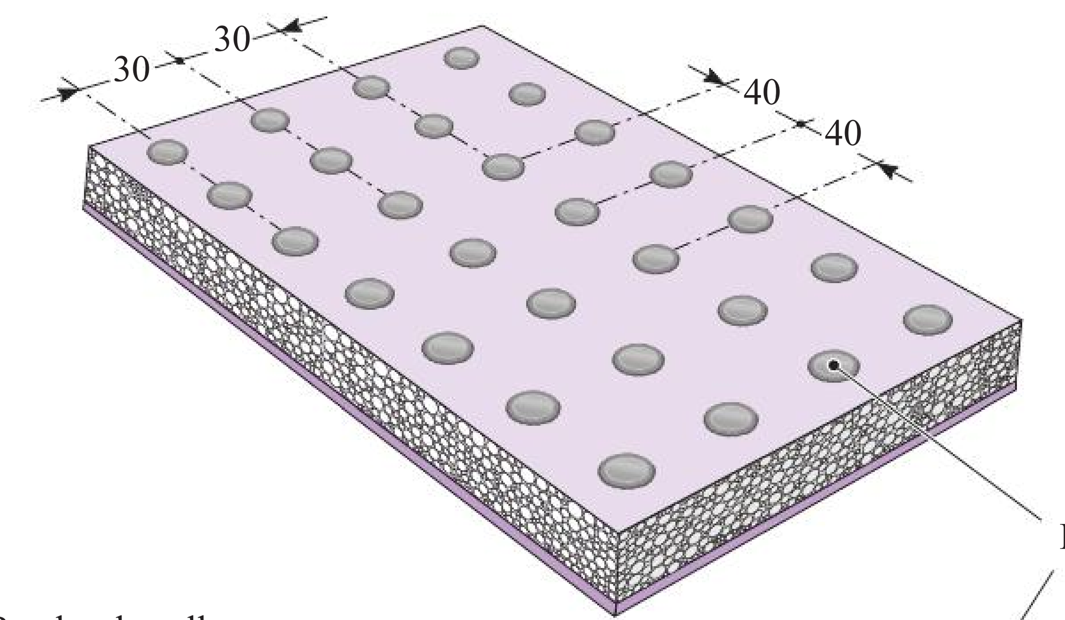
b Traitement des joints



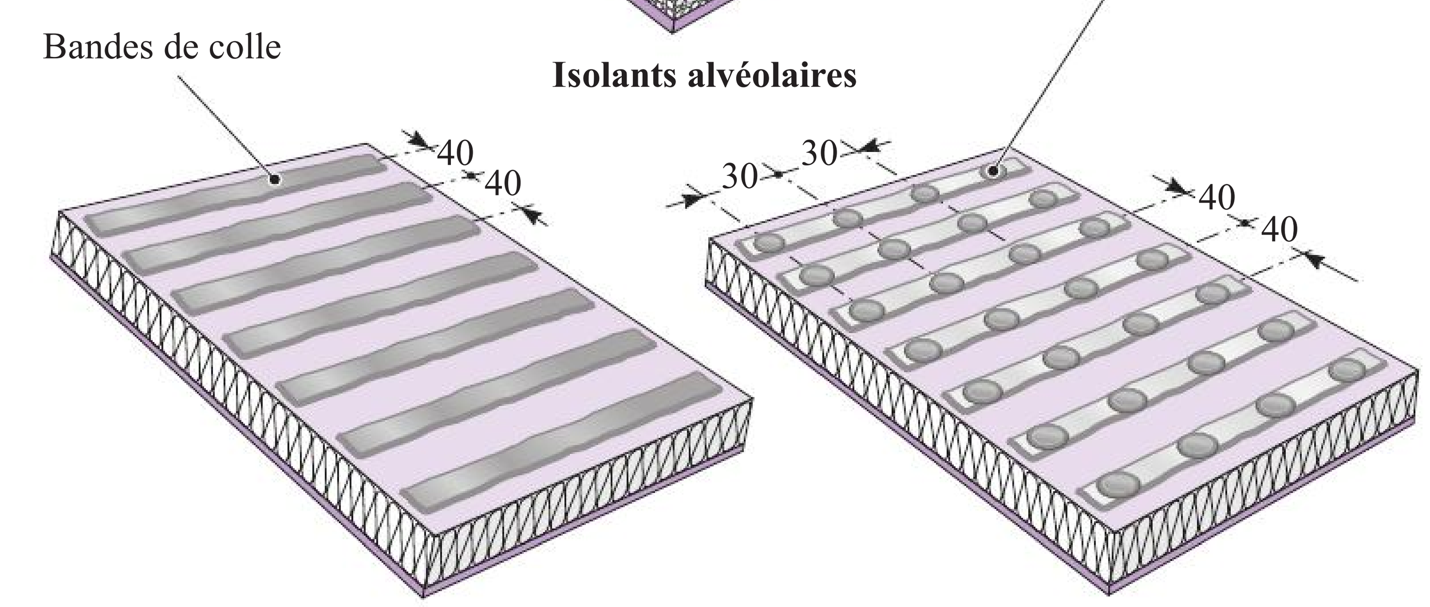
a Contre-cloison sur ossature métallique

Complexes de doublage

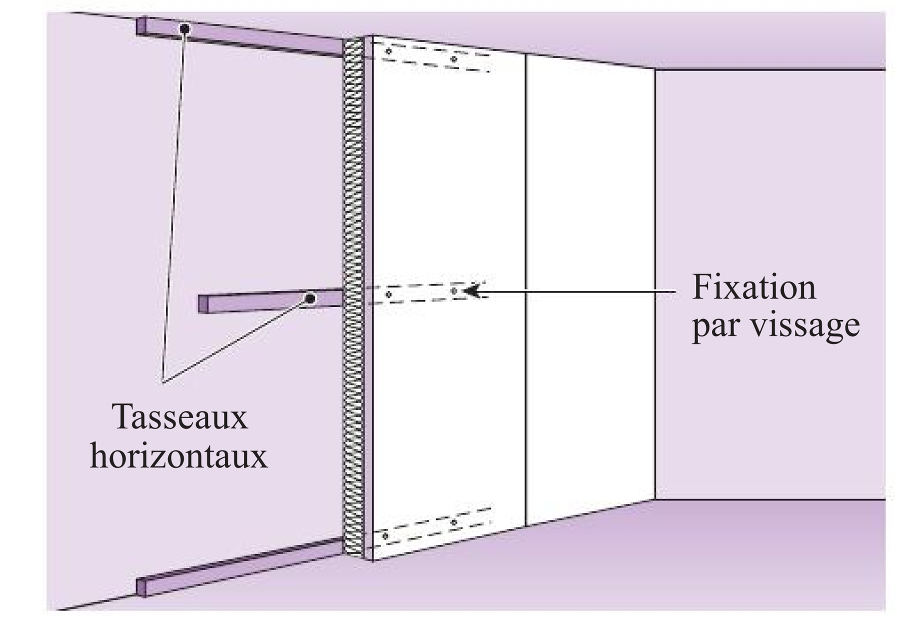
Un complexe de doublage est manufacturé et constitué d'un panneau isolant collé sur une plaque de parement en plâtre. Ces panneaux isolants sont à base de polystyrène expansé, de laine de roche, de laine de verre, de mousse de polyuréthane expansé ou de polystyrène expansé. La pose peut être effectuée à l'aide d'un produit de collage à base de plâtre (a) ou par fixations mécaniques sur une ossature constituée de tasseaux en bois ou de profilés métalliques (b). Le traitement des points singuliers (c) assure l'étanchéité à l'air.



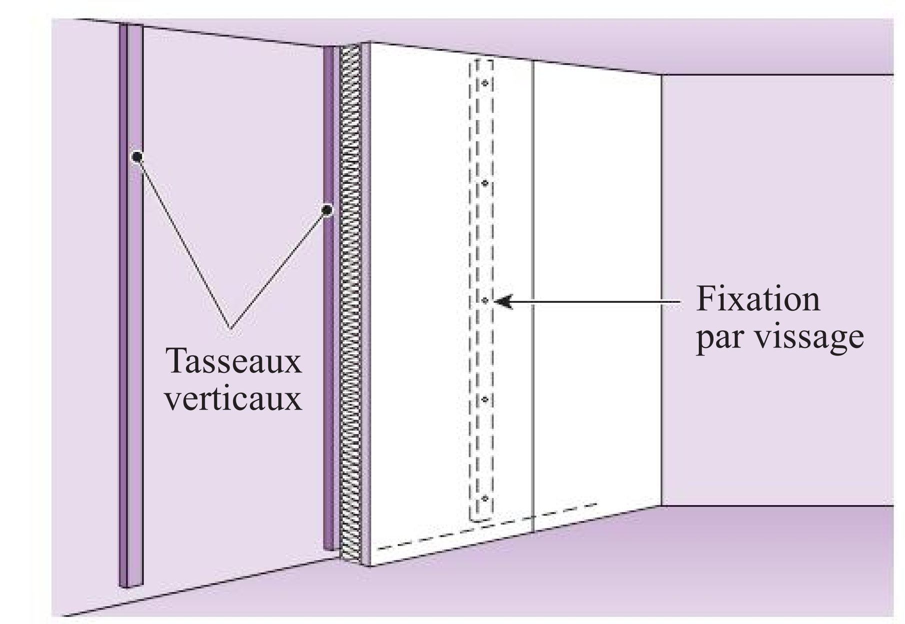
Isolants alvéolaires



Isolants fibreux

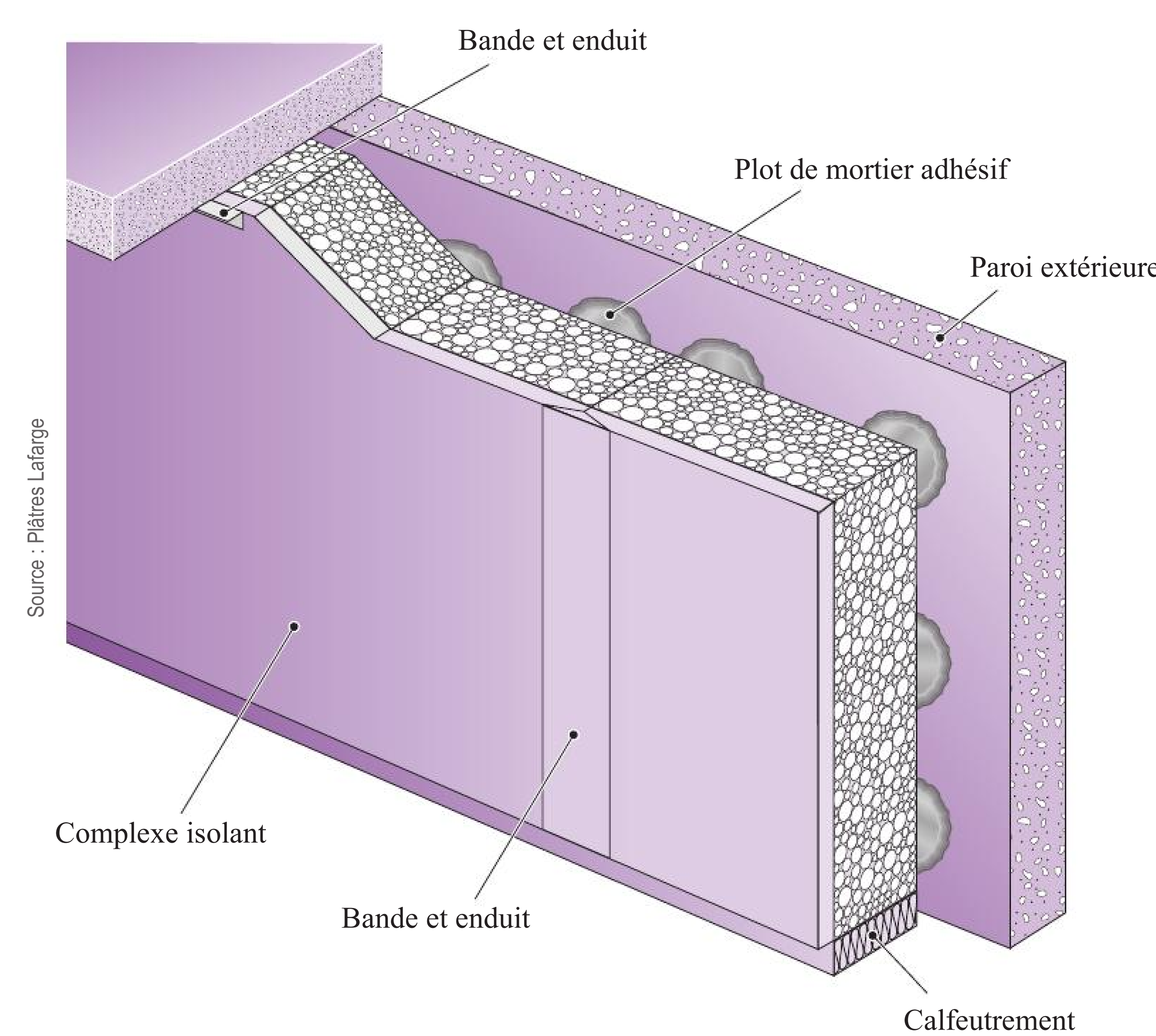


Pose des panneaux sur tasseaux horizontaux

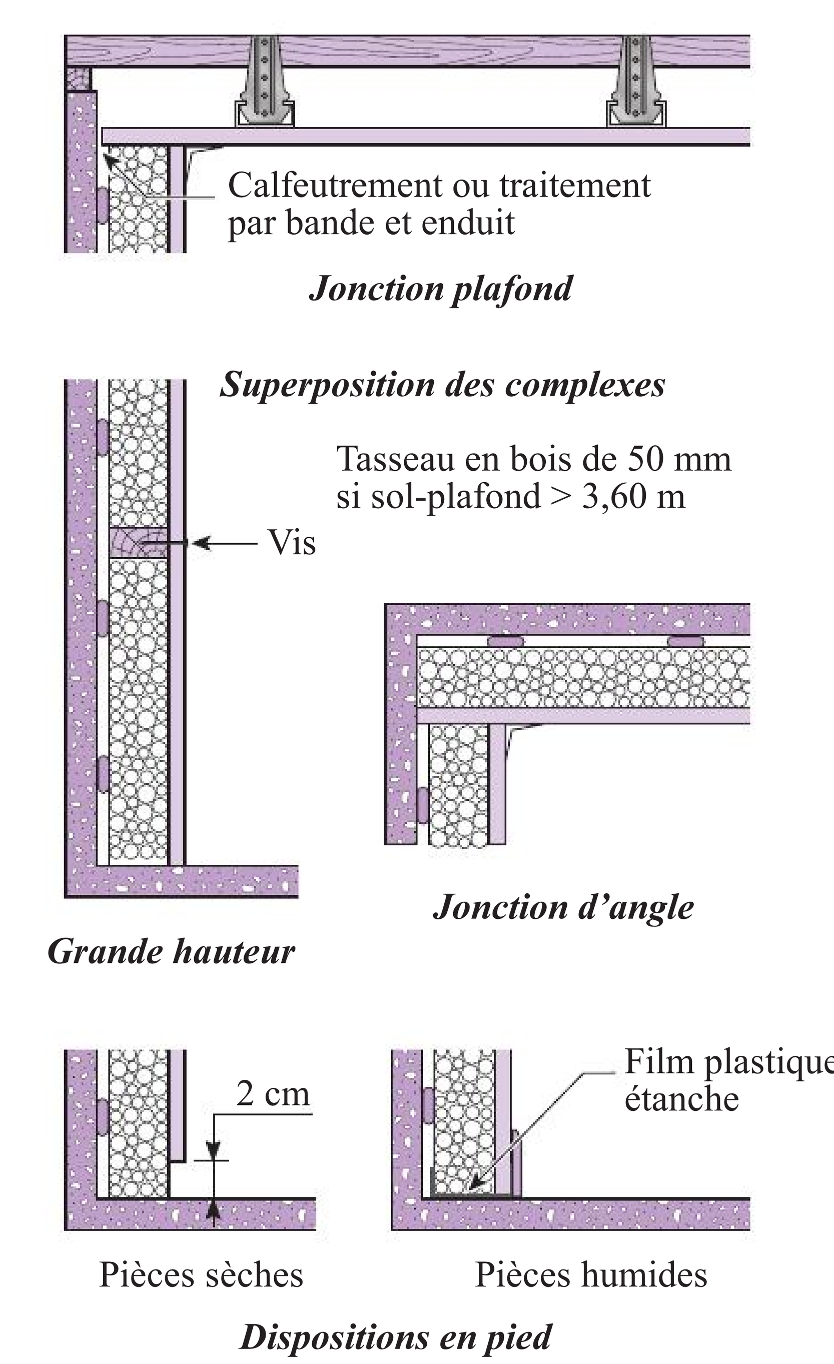


Pose des panneaux sur tasseaux verticaux

b Fixation mécanique sur ossature



a Fixation par collage



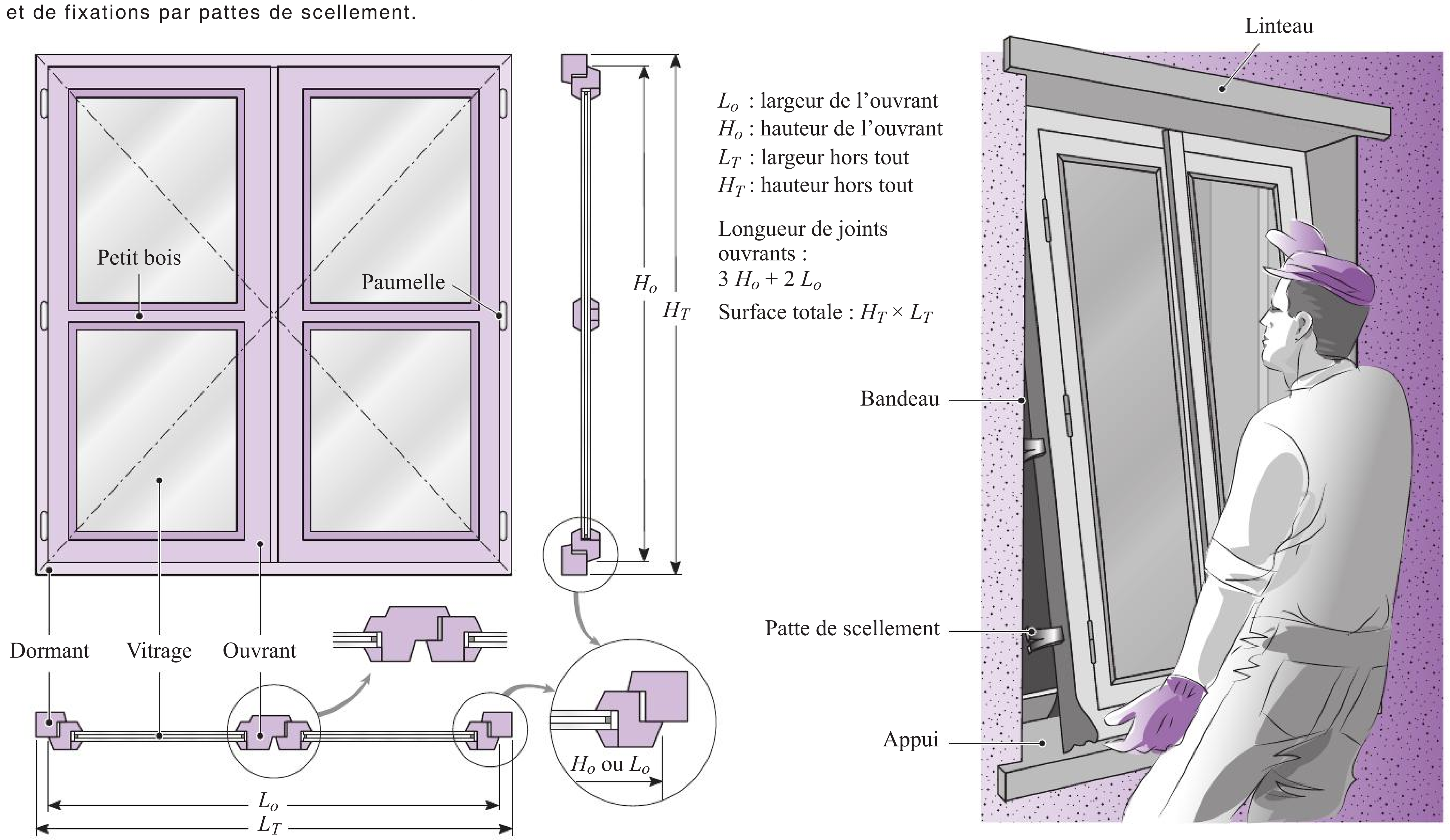
c Traitement des points singuliers

Fenêtres

Une fenêtre assure principalement les fonctions d'éclairage et d'aération. Elle est composée d'un cadre fixe, scellé au mur, et d'une partie mobile comportant un vitrage qui, une fois refermée, doit assurer l'étanchéité aux intempéries et au bruit. Le calfeutrement entre le cadre fixe de la fenêtre et l'ouverture dans le mur assure l'étanchéité à l'air et à l'eau du scellement. Les matériaux couramment utilisés pour la fabrication des fenêtres sont le bois, le PVC et l'aluminium.

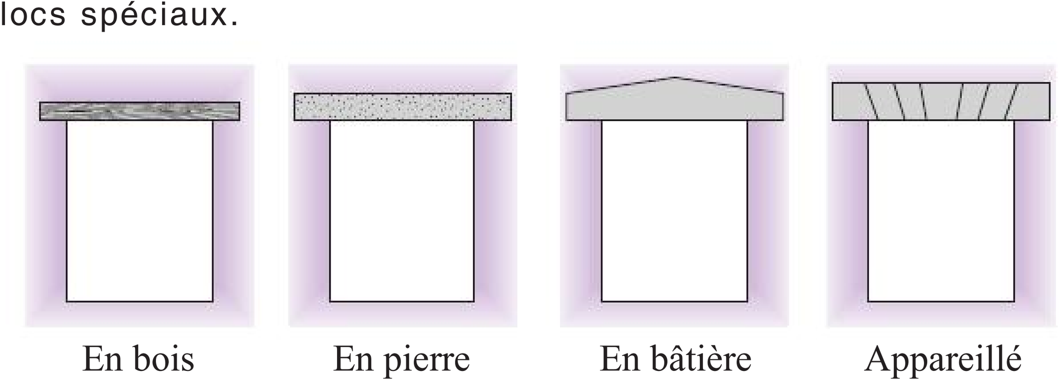
Vocabulaire et dimensions

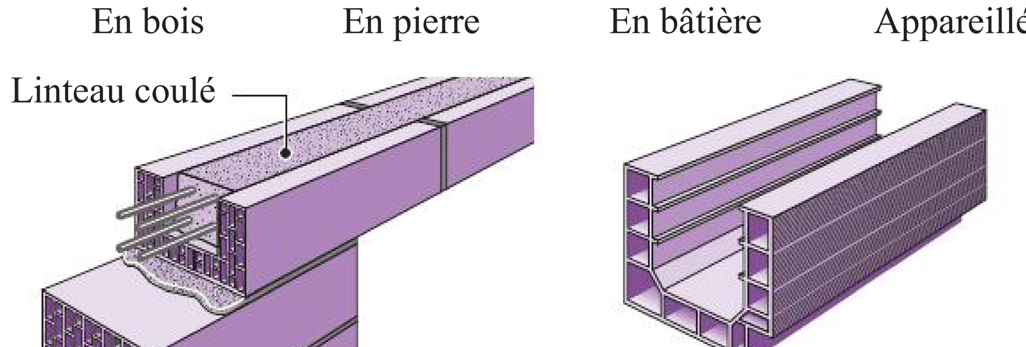
Exemple de fenêtre avec 2 ouvrants à la française, mise en place dans un mur en pierre au moyen de linteau et appui en béton préfabriqué et de fixations par pattes de scellement.



Linteaux

Divers types de matériaux peuvent composer les linteaux : en bois, en pierre, en béton préfabriqué, à base de profils métalliques de type IPN ou UPN ou encore coulés en place dans des blocs spéciaux.

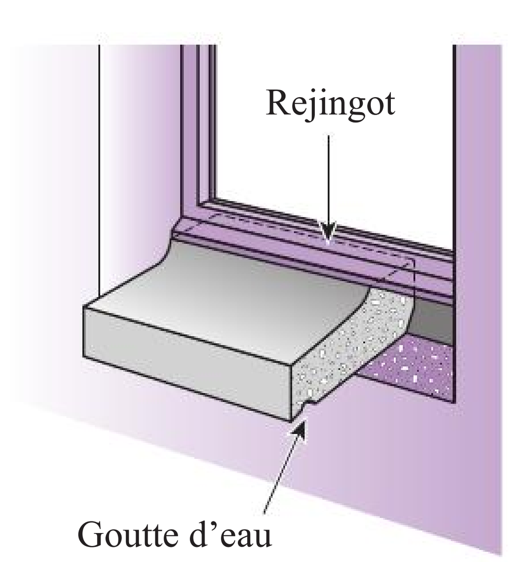




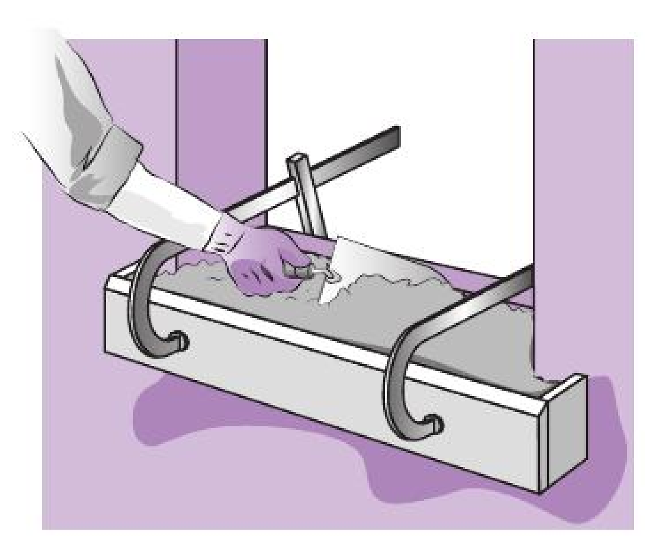
Linteau en béton armé coulé en place avec des blocs spéciaux en U

Appuis

L'appui est situé sur le mur d'allège sous la fenêtre. L'eau de pluie s'écoule sur sa pente, protège ainsi la façade et empêche la remontée d'eau sous l'effet du vent grâce au rejingot. Les appuis peuvent être réalisés sur le chantier ou au moyen d'éléments préfabriqués.



Appui préfabriqué

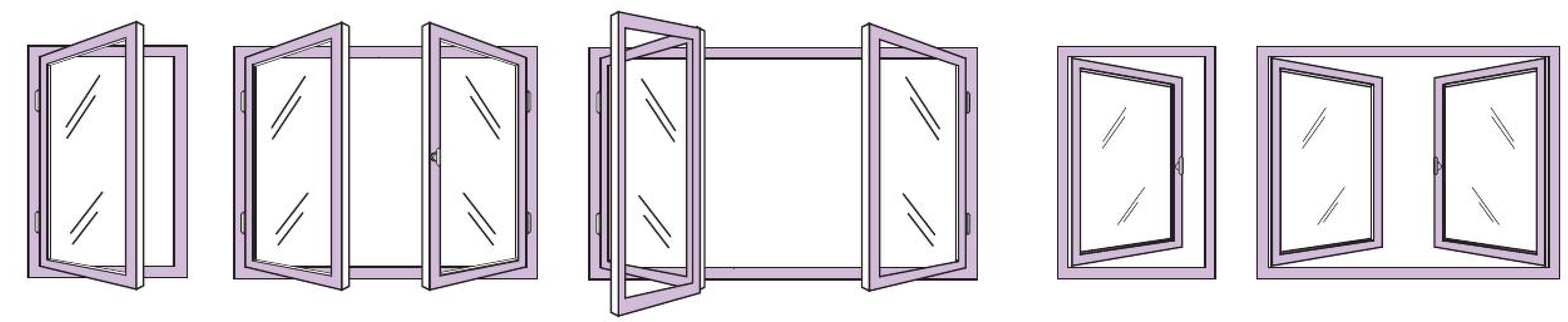


Appui coulé en place
(avant la pose de la fenêtre)

Types d'ouverture

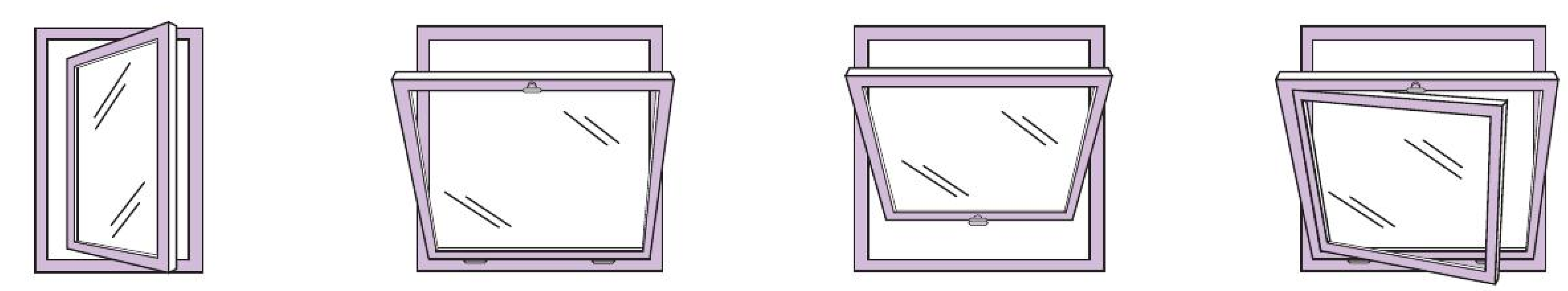
Les types d'ouverture se distinguent suivant le mouvement des châssis : rotation, translation horizontale ou verticale, combinaison rotation-translation.

À la française (ouvrant vers l'intérieur) — **À l'anglaise** (ouvrant vers l'extérieur)



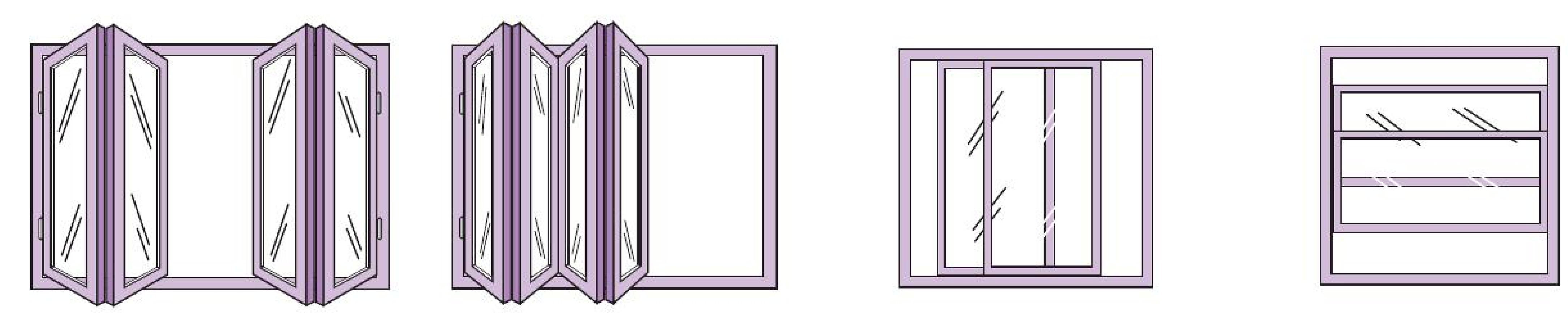
1 vantail — 2 vantaux — 3 vantaux (à la française) ; 1 vantail — 2 vantaux (à l'anglaise)

Pivotante — **À soufflet** — **Basculante** — **Oscillo-battante**



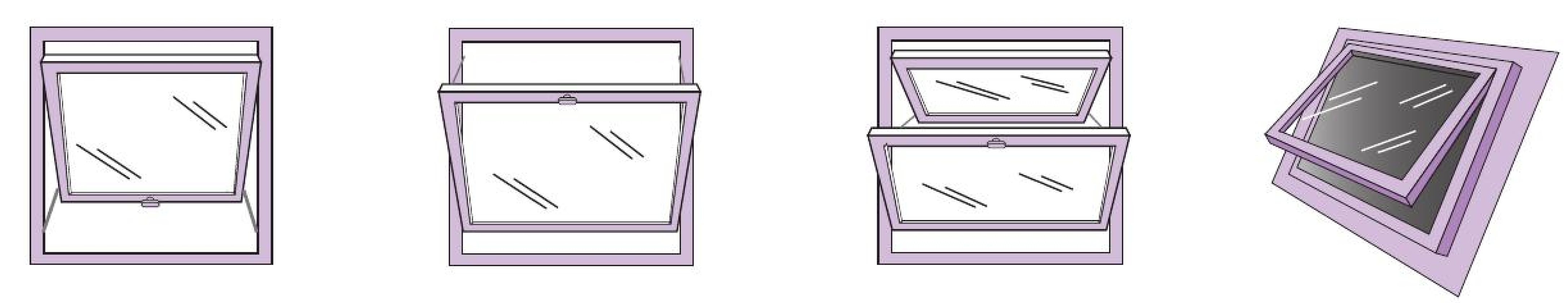
À axe vertical — À axe horizontal — À axe horizontal — À axe horizontal et vertical

En accordéon — **Coulissante**



À fermeture centrale — Panoramique — À translation horizontale — À guillotine

À l'italienne — **À la canadienne** — **À l'australienne** — **Fenêtre de toit**



Ouvrant vers l'extérieur — Ouvrant vers l'intérieur — 1 vantail ouvrant vers l'intérieur 1 vantail ouvrant vers l'extérieur — Ouvrant vers l'extérieur

Fenêtres : choix et dimensions

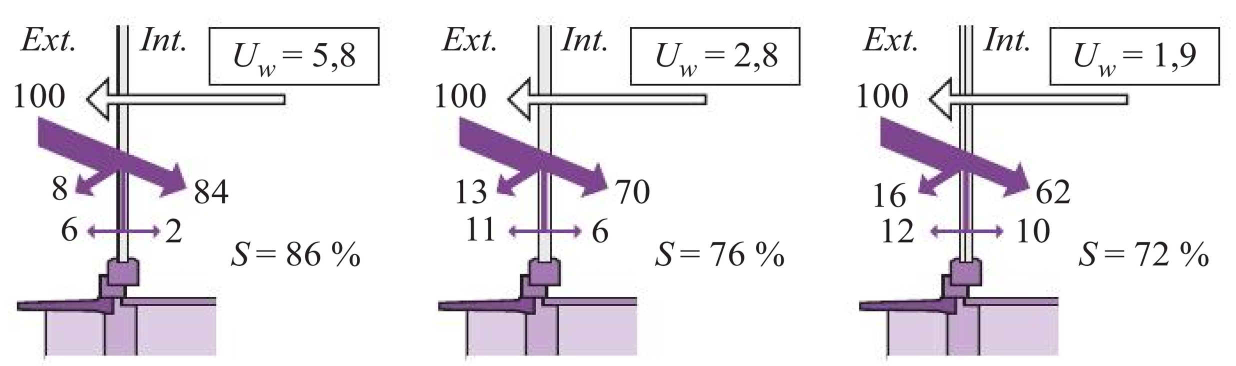
Comment ça marche

Le choix et le dimensionnement des fenêtres (forme et nombre de vantaux, positionnement, performance du vitrage, type de chassis et d'ouverture, etc.) dépend de la destination du bâtiment et des activités auxquelles le local est destiné. La position de la fenêtre dans le mur et ses proportions doivent permettre un éclairage adapté et les huisseries ne doivent pas nuire à la vue vers l'extérieur. Le confort visuel des personnes en fauteuil roulant doit être assuré par une vue plongeante sur l'extérieur.

Caractéristiques et performances des vitrages

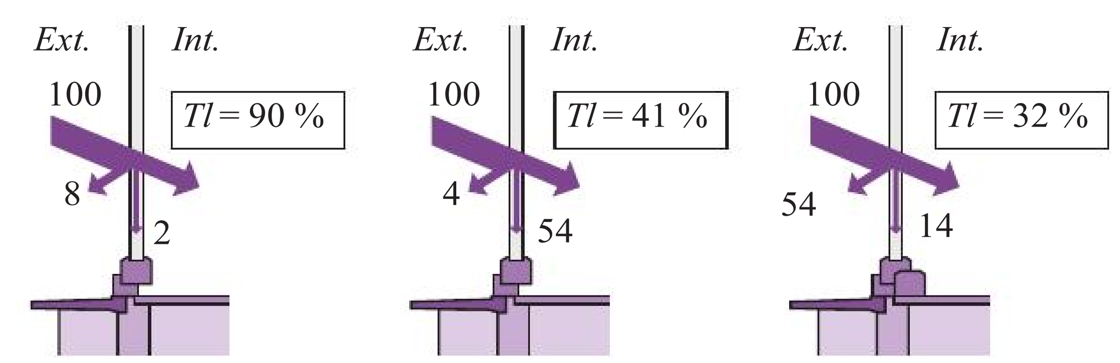
Les performances d'une fenêtre dépendent des caractéristiques de la menuiserie et du vitrage ; pour le votrage, les performances dépendent :
- du coefficient *U* (a) : coefficient de transmission thermique d'une paroi exprimé en W/m²·K, il mesure l'aptitude du matériau à laisser passer la chaleur. Plus *U* est faible, plus la paroi et l'isolation sont performantes ;
- du facteur solaire *S* (b) : exprimé en %, il caractérise la quantité totale d'énergie solaire incidente que laisse passer un vitrage et indique la contribution du vitrage à l'échauffement de la pièce. Plus *U* est faible, plus *S* est petit et plus les apports solaires sont faibles ;
- du facteur de transmission lumineuse *Tl* (c) : exprimé en %, il caractérise la quantité de lumière que laisse passer un vitrage. Plus *Tl* est élevé, meilleur est l'éclairement naturel.

Les simples et doubles vitrages sont considérés comme des parois froides (d) ; en effet, un inconfort dû à un rayonnement froid se produit à leur proximité. Plus la surface est grande, plus ce phénomène est important.



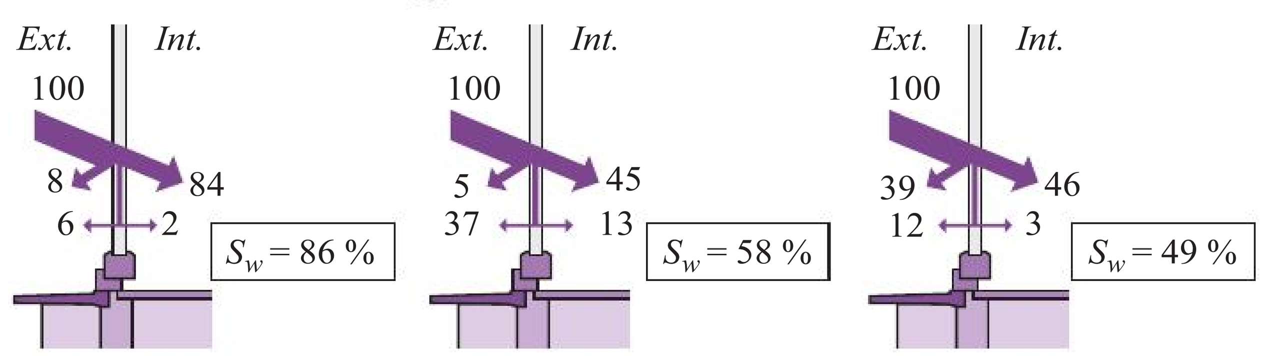
Simple vitrage clair — *Double vitrage clair* — *Basse émissivité*

a Coefficient *U* (W/m²·K)



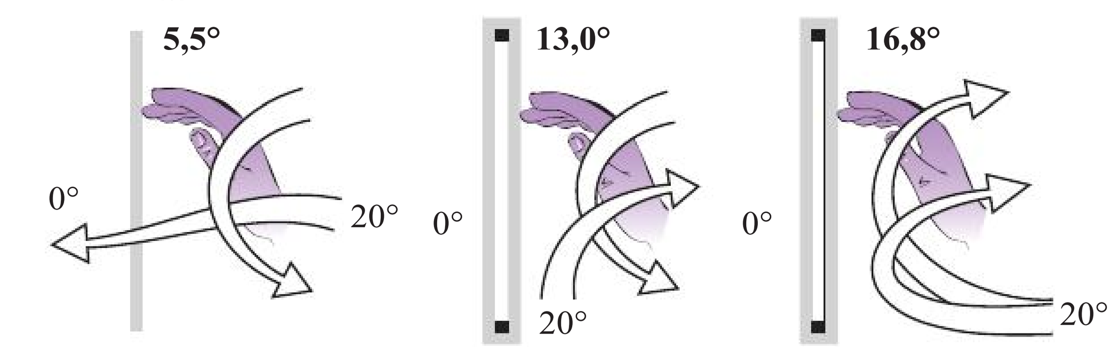
Vitrage clair — *Vitrage absorbant* — *Vitrage réfléchissant*

c Facteur de transmission lumineuse *Tl* (%)



Vitrage clair — *Vitrage absorbant* — *Vitrage réfléchissant*

b Facteur solaire *S* (%)

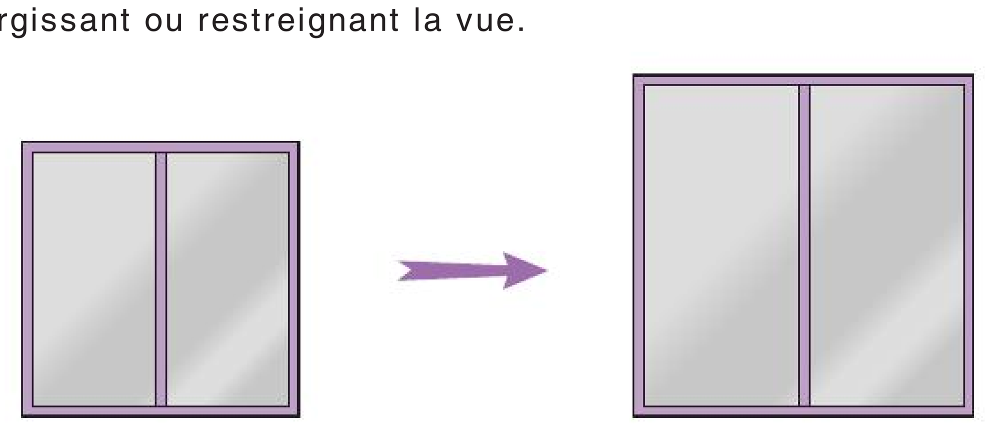


Simple vitrage — *Double vitrage* — *Basse émissivité*

d Température de surface d'un vitrage (°C)

Dimensionnement

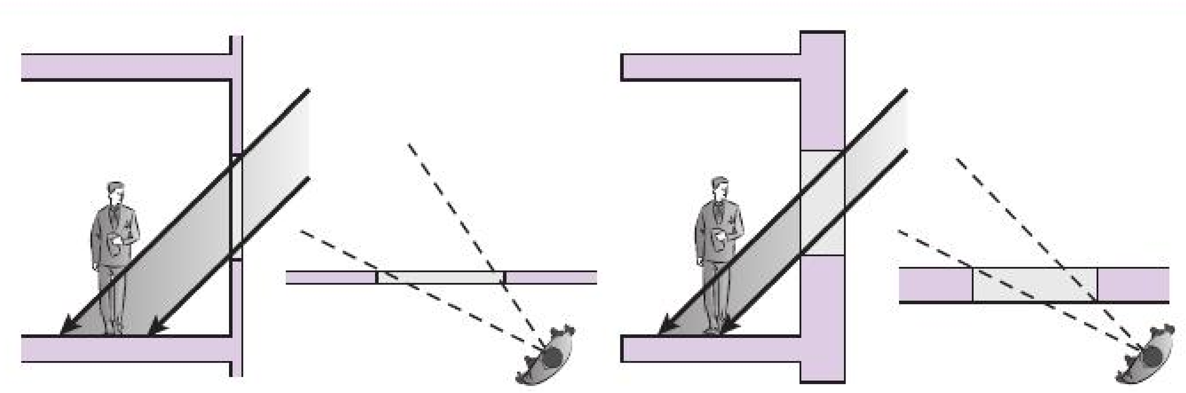
La règlementation thermique des bâtiments impose 17 % de baies vitrées soit au minimum 1/6 de la surface habitable. Lorsqu'une fenêtre est plus grande (a), son ratio de clair de vitrage (proportion entre la surface vitrée et la surface totale de la menuiserie) augmente et son coefficient *U* diminue : la fenêtre est plus isolante, et son facteur de transmission lumineuse *Tl* augmente : l'apport de lumière naturelle est plus important. Son coût au mètre carré diminue. L'épaisseur des murs (b) et les embrasures (c) influent sur l'éclairage en élargissant ou restreignant la vue.



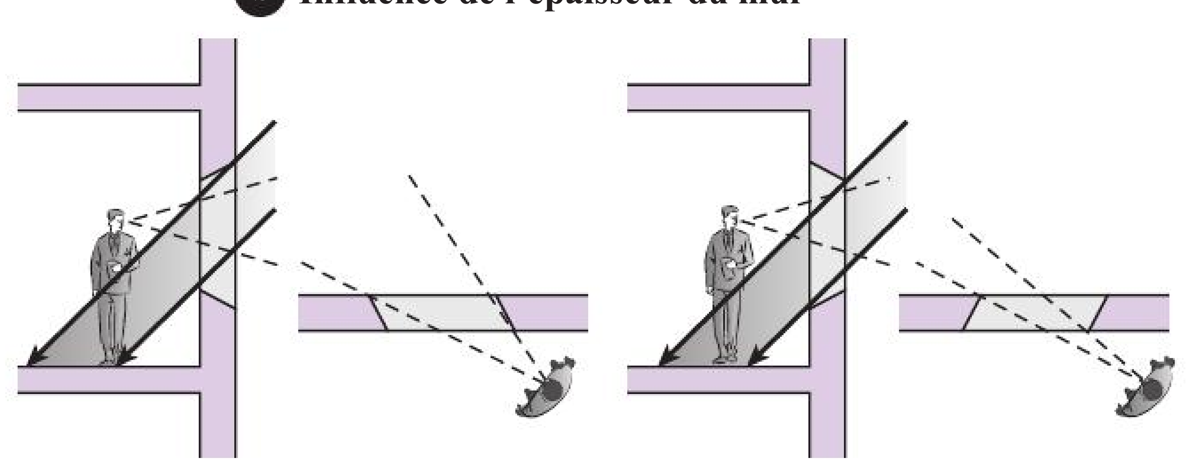
Fenêtre 1,20 × 1,20 m
Clair de vitrage : 1,10 m²
U_w : 1,48 - S_w : 45 % - *Tl* : 61 %

Fenêtre 1,50 × 1,50 m
Clair de vitrage : 1,82 m²
U_w : 1,4 - S_w : 47 % - *Tl* : 65 %

a Dimensions des fenêtres



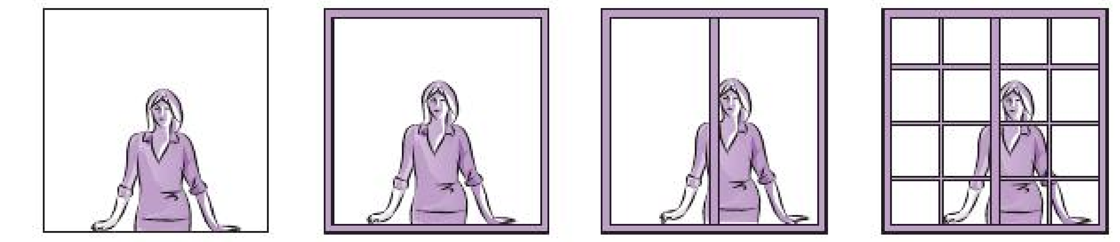
b Influence de l'épaisseur du mur



c Influence de l'embrasure

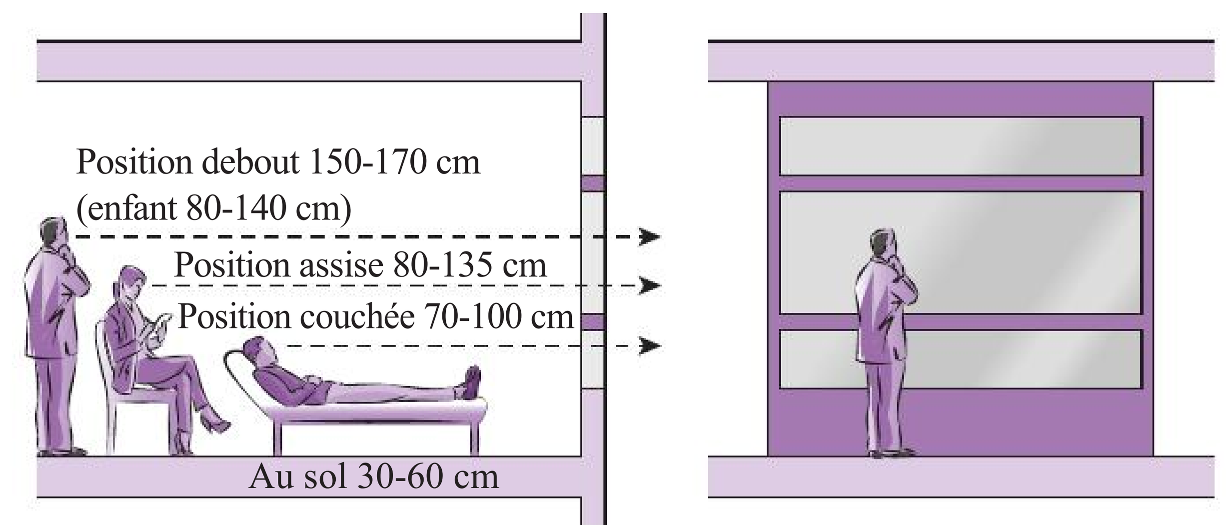
Confort visuel et accessibilité

Afin d'assurer le confort visuel et un éclairage naturel satisfaisant, les fenêtres doivent être correctement positionnées et dimensionnées. Pour que les éléments d'huisserie ne polluent pas le contact visuel avec l'extérieur, il faut tenir compte de la hauteur d'yeux des personnes assises ou debout (a) et des activités auxquelles le local est destiné. Le choix du type d'huisserie est également déterminant (b). Il est important que les fenêtres des logements adaptés permettent aux personnes en fauteuil roulant d'avoir une vision plongeante sur l'extérieur. Les allèges, si elles ne sont pas vitrées, doivent avoir une hauteur maximale de 60 cm (c).



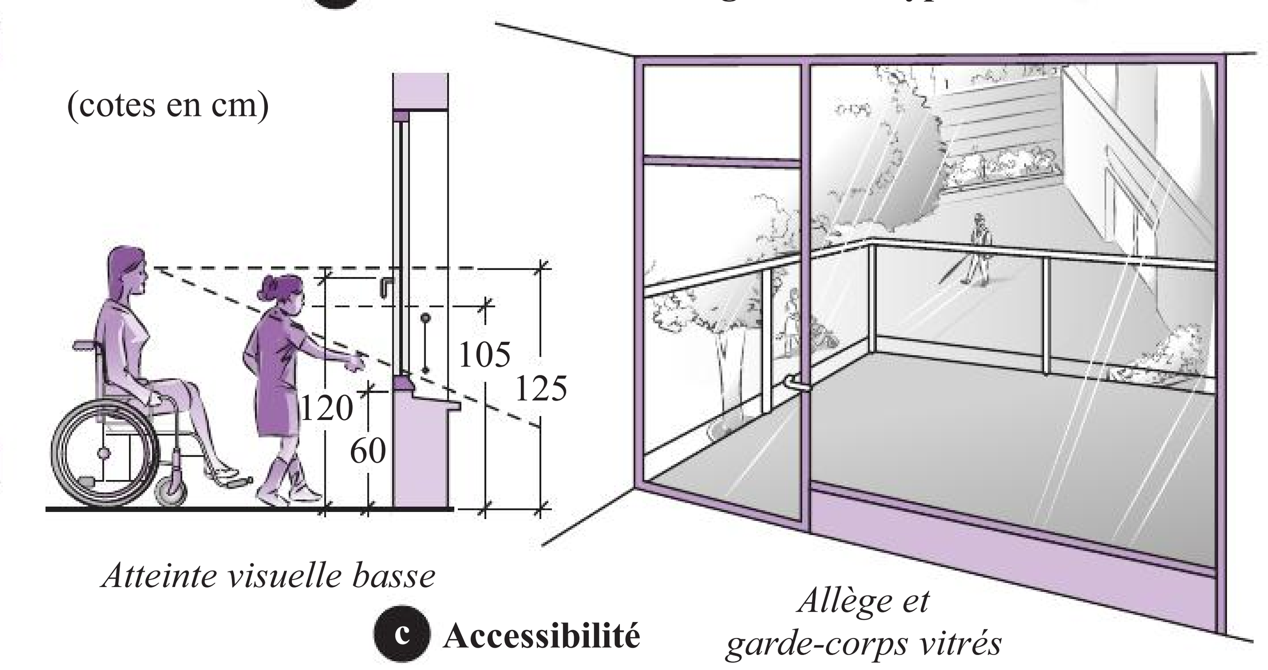
100 % Sans châssis — *80 % Châssis fixe* — *55 % Châssis ouvrant* — *45 % Châssis ouvrant petits carreaux*

b Surface nette de vitrage selon le type de châssis



Valeurs moyennes de hauteurs d'yeux — *Absence d'éléments de châssis à hauteur d'yeux*

a Éléments d'obstruction de la vue sur l'extérieur



Atteinte visuelle basse — *Allège et garde-corps vitrés*

c Accessibilité

Dimensions standardisées

Les dimensions augmentent en général de 10 en 10 cm. Les fenêtres peuvent également être fabriquées sur mesure.

Type de fenêtre	Hauteur (cm)	Largeur des fenêtres et portes-fenêtres (cm)													
		1 vantail				2 vantaux							3 vantaux		
		46	66	86	96	96	106	116	126	136	146	158	186	216	246
Châssis et fenêtres	48	▦	▦												
	61	▦	▦				▦		▦						
	78	▦	▦	▦			▦		▦	▦	▦	▦			
	98	▦	▦	▦		▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	
	108		▦	▦		▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	
	118		▦	▦		▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	
	128		▦	▦		▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦
	138			▦		▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦
	148					▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦
	158					▦	▦	▦	▦						
	168					▦	▦	▦	▦						
	178					▦	▦	▦	▦						
Portes-fenêtres	219			▦	▦				▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦
	228			▦	▦				▦	▦	▦	▦	▦	▦	▦

Hauteur (cm)	Largeur des fenêtres de toit (cm)					
	55	66	78	94	114	134
78	■					
98	■	■	■	■		■
118	■	■	■	■	■	
140			■	■	■	■
160			■	■		
180			■	■		
186			■	■		
206			■	■		

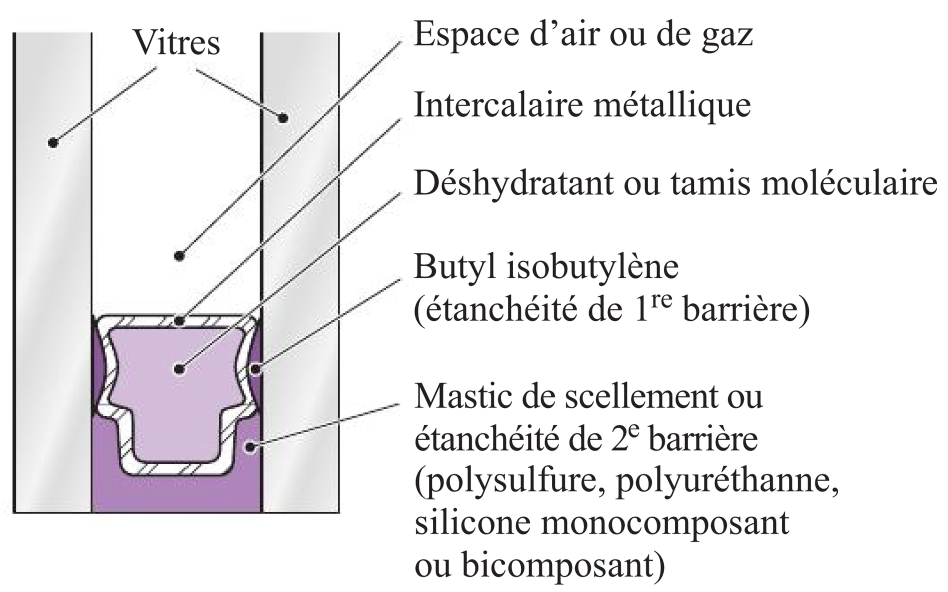
Vitrage des fenêtres

Comment ça marche

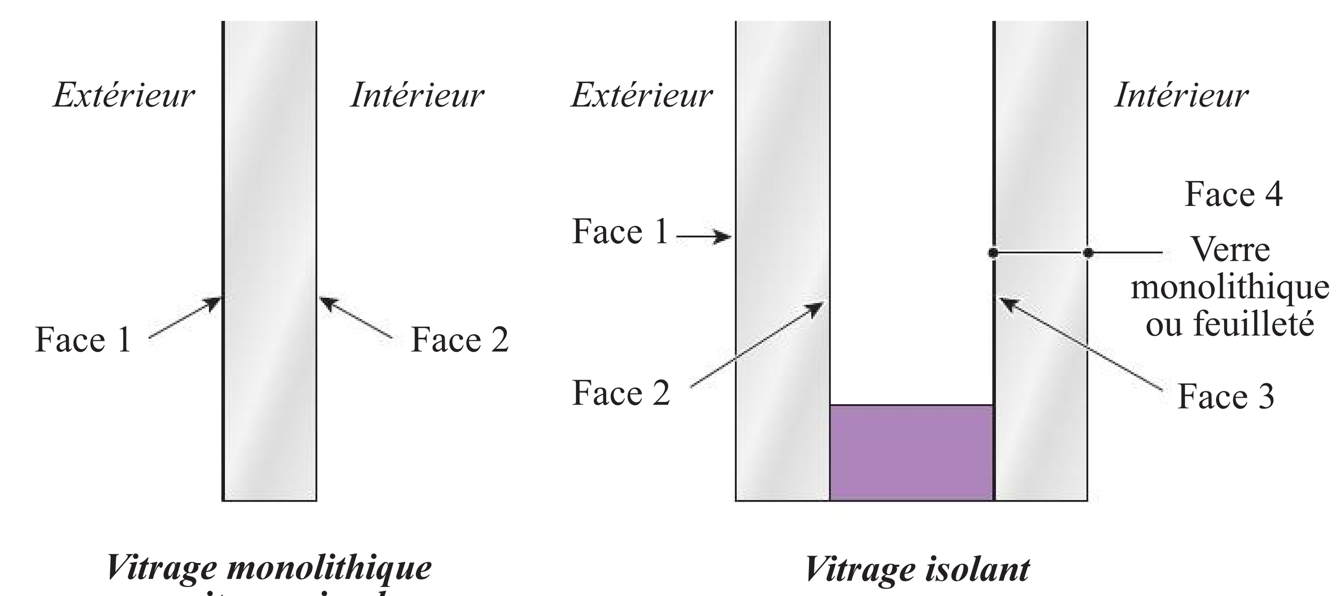
Le vitrage est encadré dans un châssis utilisé notamment au sein des fenêtres, des oculi, etc. Le terme vitrage remplace celui de vitre dans le domaine de la construction, car c'est l'ensemble qui doit être conçu, placé et analysé. Compte tenu de leurs multiples fonctions au sein d'un bâtiment, les vitrages sont l'objet d'améliorations constantes. Une gamme d'offres variées propose différentes caractéristiques : transparence, isolation thermique et phonique (double vitrage), entretien réduit, etc.

Vocabulaire et repérage des faces de vitrage

Le vitrage monolithique ou vitrage simple est constitué d'une seule feuille de verre, d'une épaisseur variant de 2 à 25 mm. Le double vitrage isolant est composé de feuilles de verre plan, assemblées à la périphérie sur des intercalaires par collage à l'aide d'un produit d'étanchéité. L'espace réservé par l'intercalaire peut comporter de l'air ou un gaz tel que l'argon ou le krypton (a). Par convention, chaque face est numérotée en fonction de sa position (b).



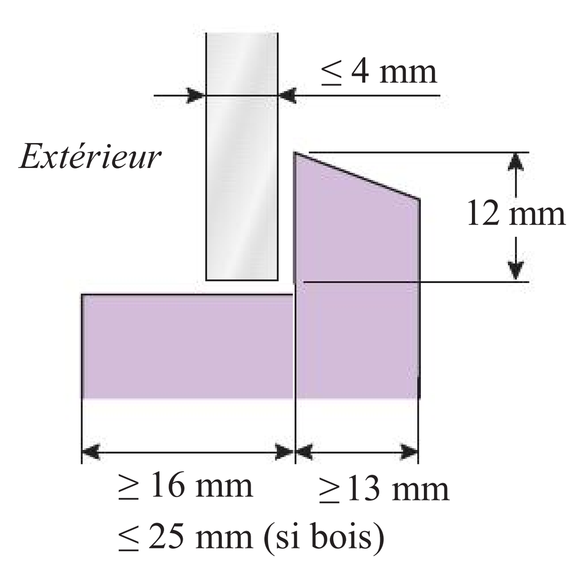
a **Double vitrage isolant**



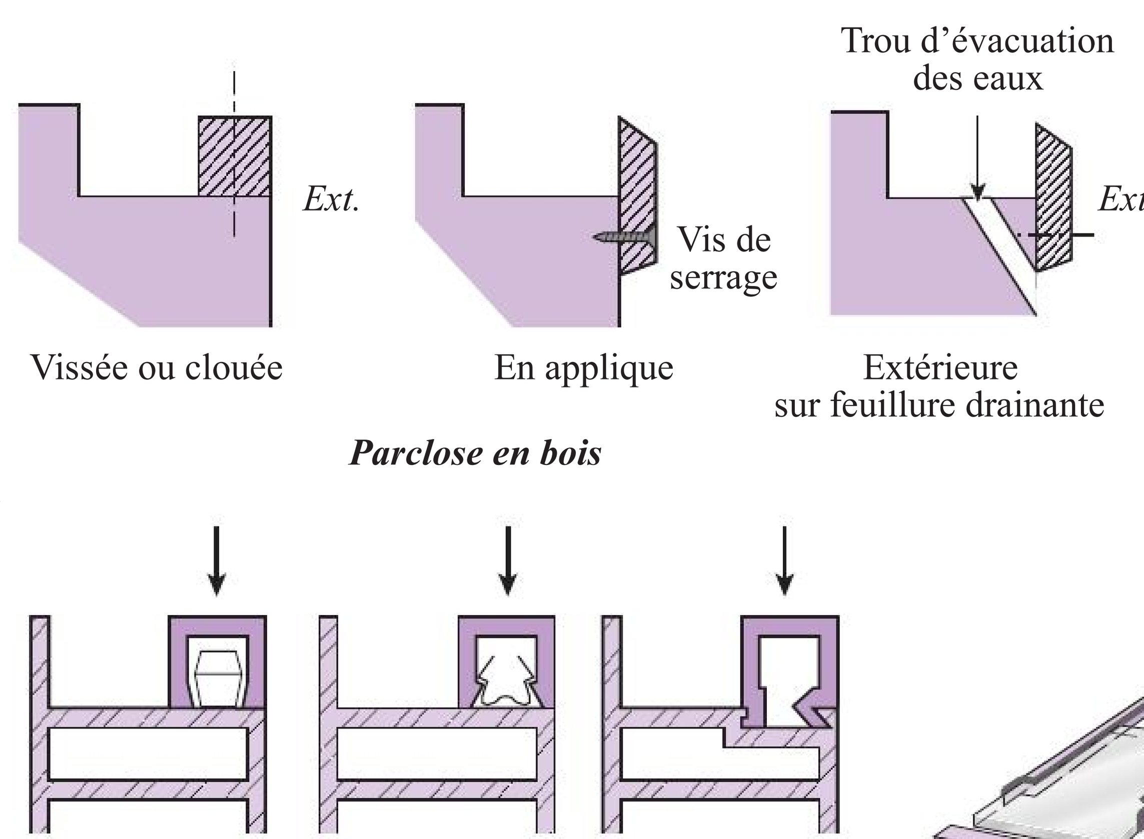
b **Repérage des faces de vitrage**

Feuillures

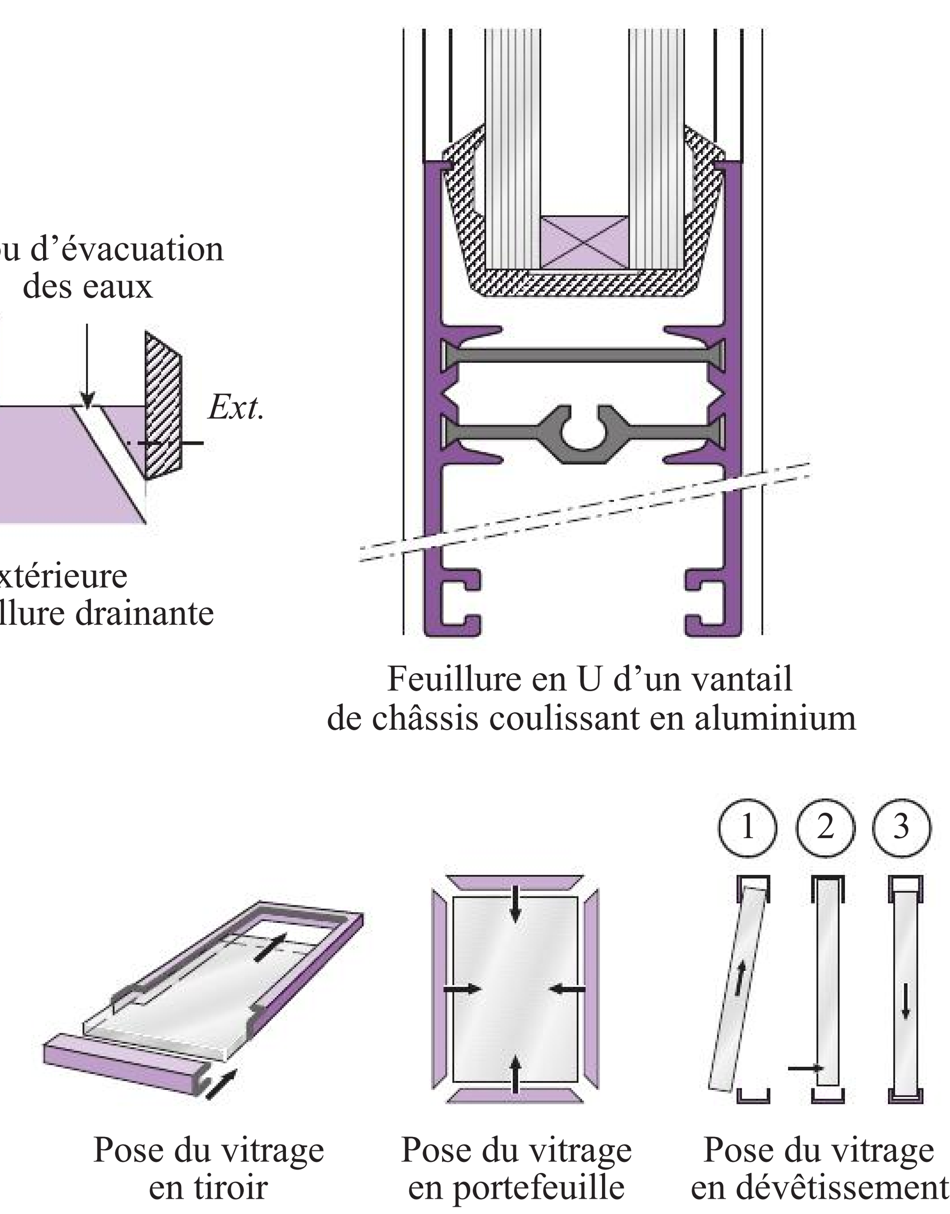
Métalliques, en bois ou en PVC, les feuillures peuvent être :
- ouvertes (a) ;
- fermées par des parcloses situées à l'extérieur ou à l'intérieur de la feuillure (b) ;
- en forme de U pour des poses en tiroir, en portefeuille ou en dévêtissement (c).



a **Feuillure ouverte**



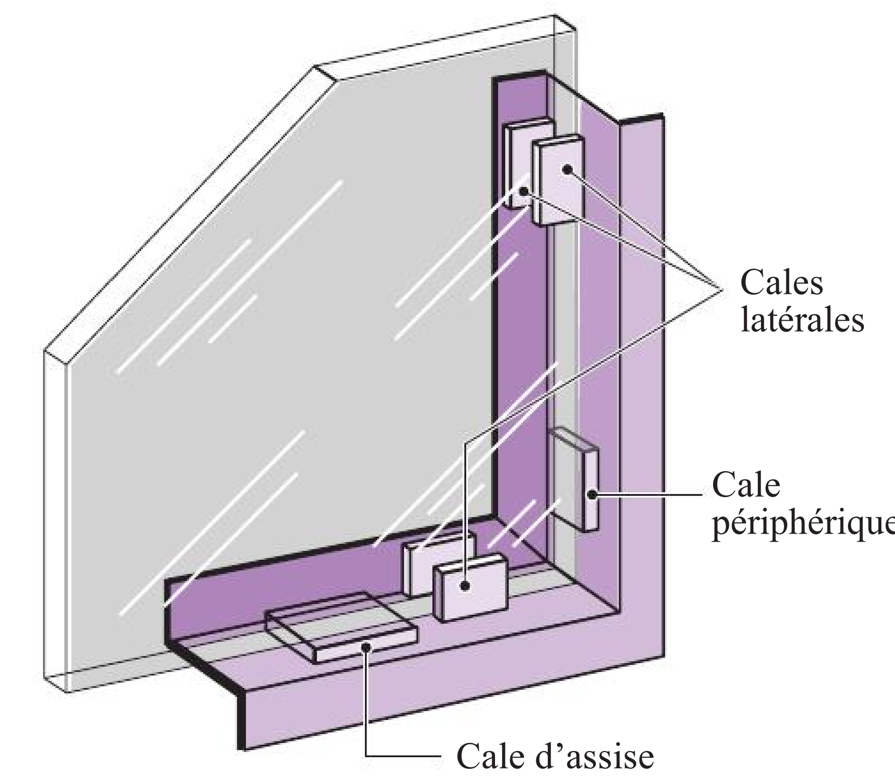
b **Feuillures fermées avec parclose**



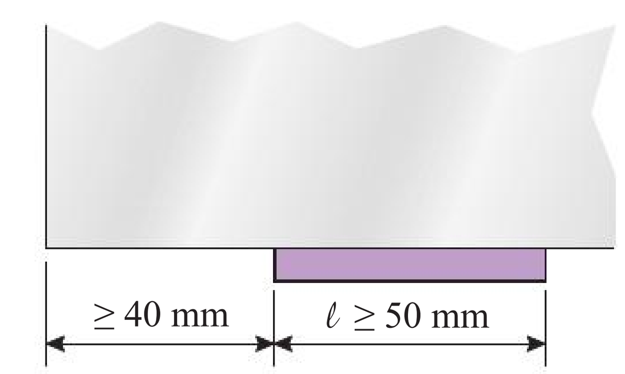
c **Feuillures en U**

Calage

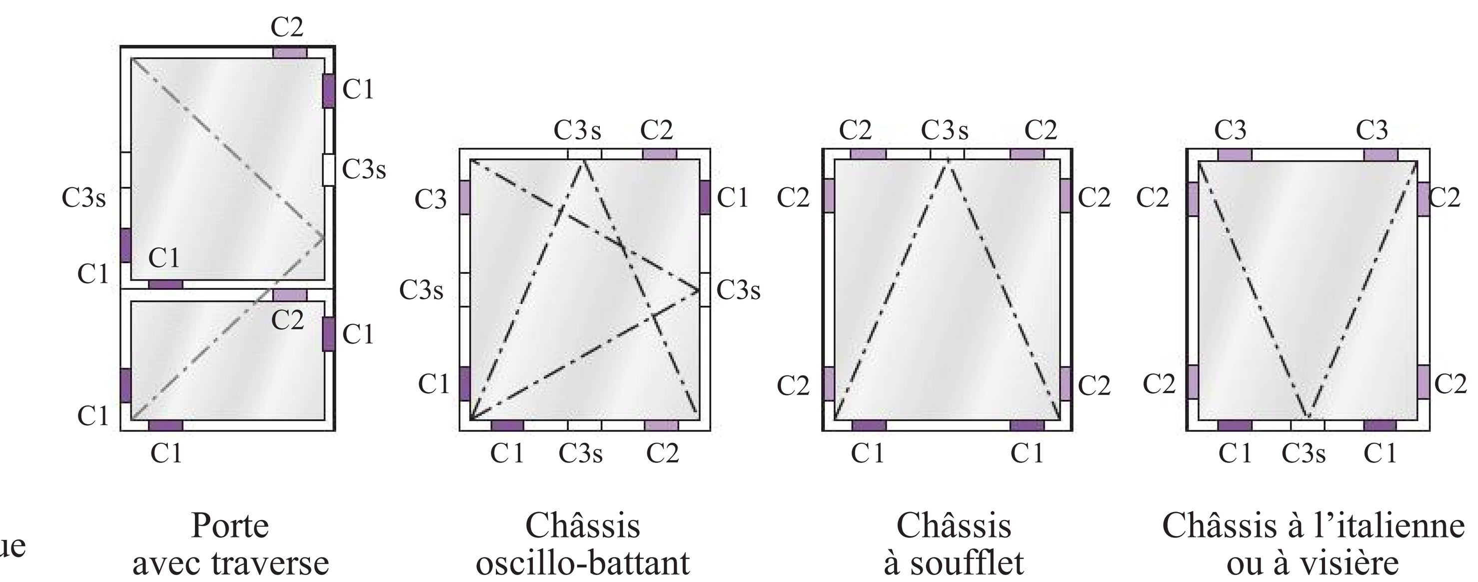
Les vitrages doivent être calés dans leurs feuillures. Les feuillures recevant les vitrages doivent présenter un fond permettant le positionnement des cales d'assise et des cales périphériques qui peuvent être en bois, en caoutchouc ou en matériau de synthèse.



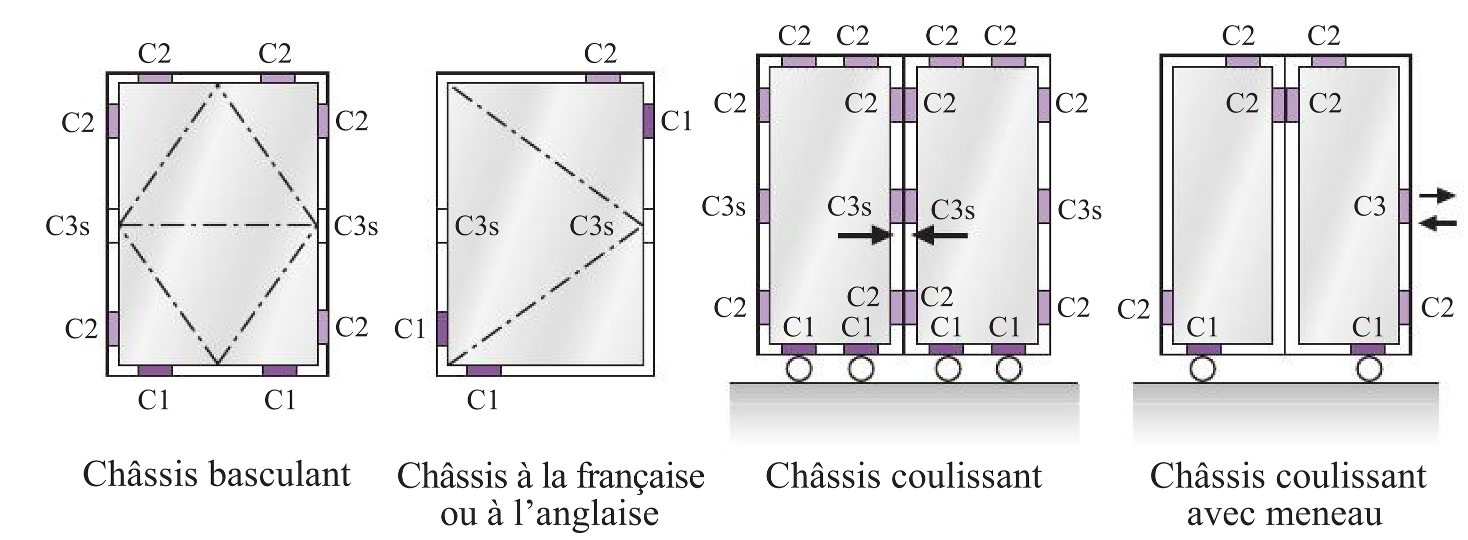
Types de cales



Emplacement des cales par rapport à l'angle du vitrage



Disposition des cales d'assise et périphériques autour du vitrage

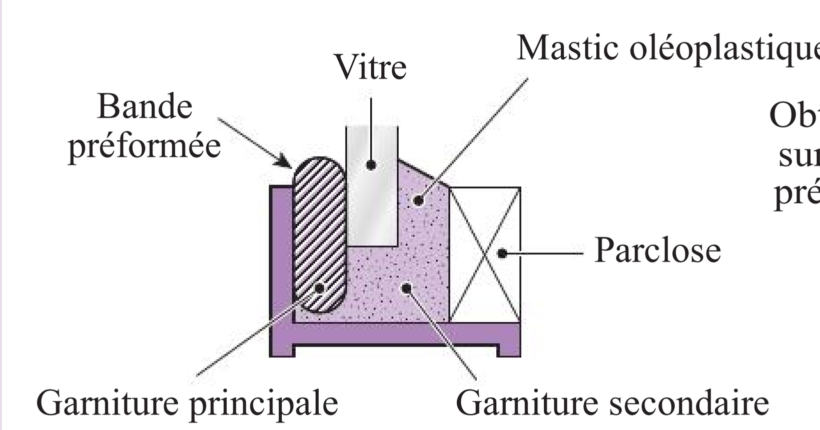


Disposition des cales d'assise en fonction du type de châssis

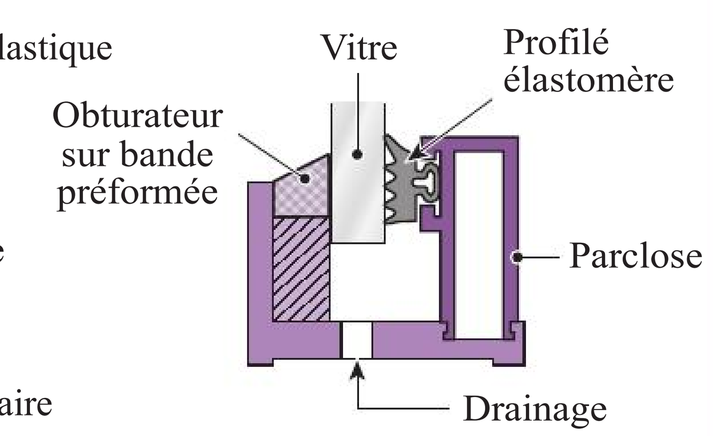
C1 : cale d'assise - C2 : cale périphérique - C3 : cale périphérique de sécurité - C3s : cale de solidarisation

Calfeutrement

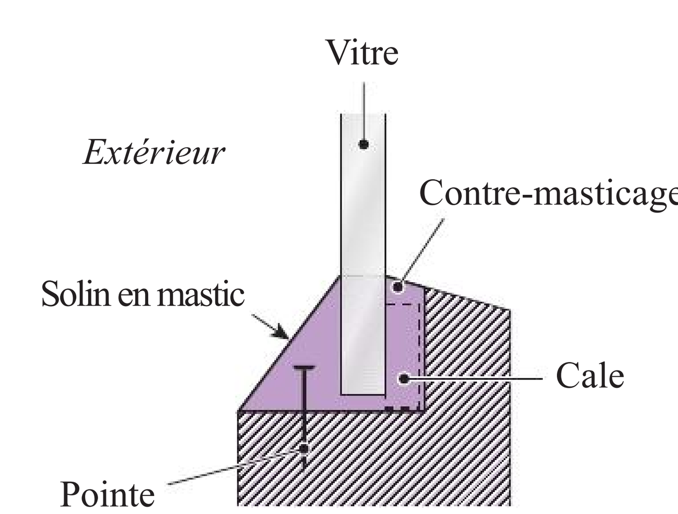
Les systèmes de calfeutrement et d'étanchéité des vitrages diffèrent selon les types de feuillures. Lors de leur réalisation, la température extérieure doit être ≥ 5 °C pour permettre leur mise en œuvre.



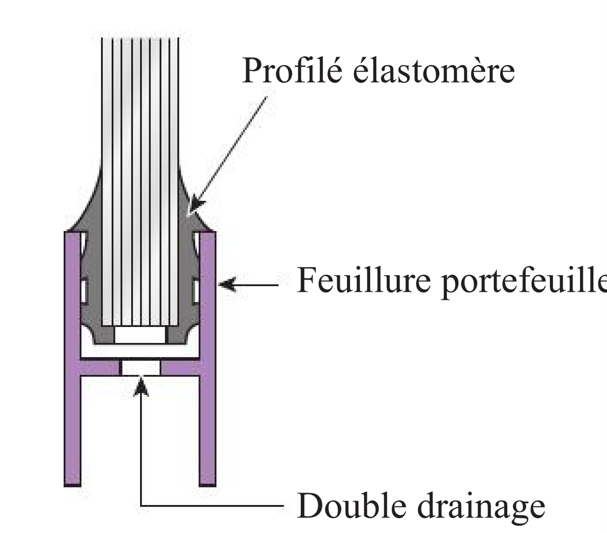
Feuillure avec parclose



Feuillure drainée avec parclose



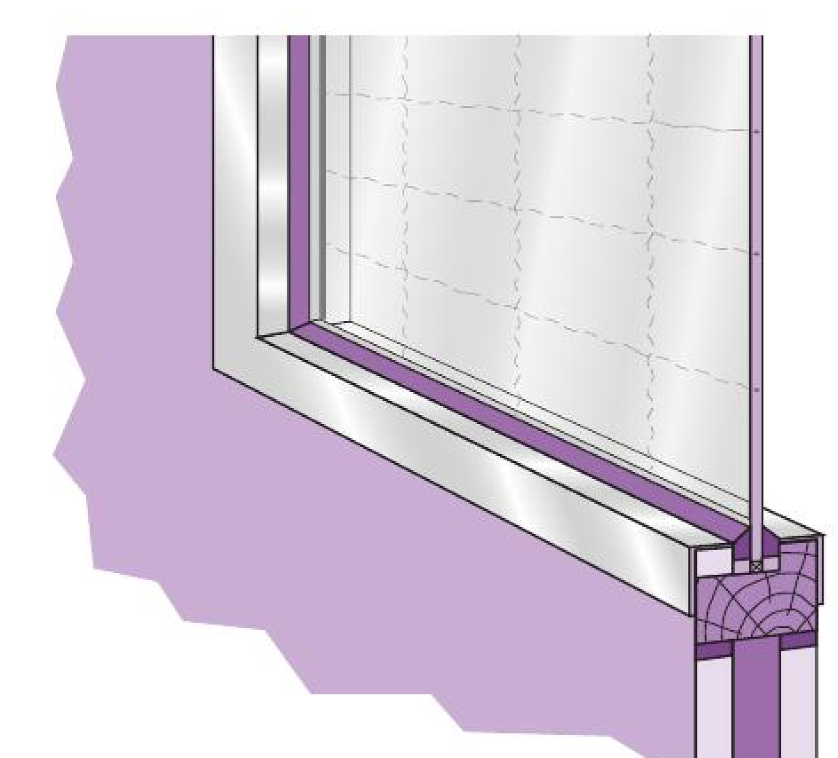
Feuillure ouverte



Feuillure en U

Résistance au feu

Les produits verriers classiques d'usage courant ne sont pas résistants au feu. Ils sont classés M0 sauf les verres feuilletés classés M1 ou M2. Il existe des vitrages pare-flamme (vitrage borosilicate monolithique par exemple) et des vitrages coupe-feu (vitrage feuilleté avec gel intumescent). Les verres armés possèdent un treillis métallique à mailles carrées qui leur permet, en cas de bris, de conserver une cohésion suffisante pour assurer un rempart contre les flammes sous certaines conditions de montage.



Verre armé

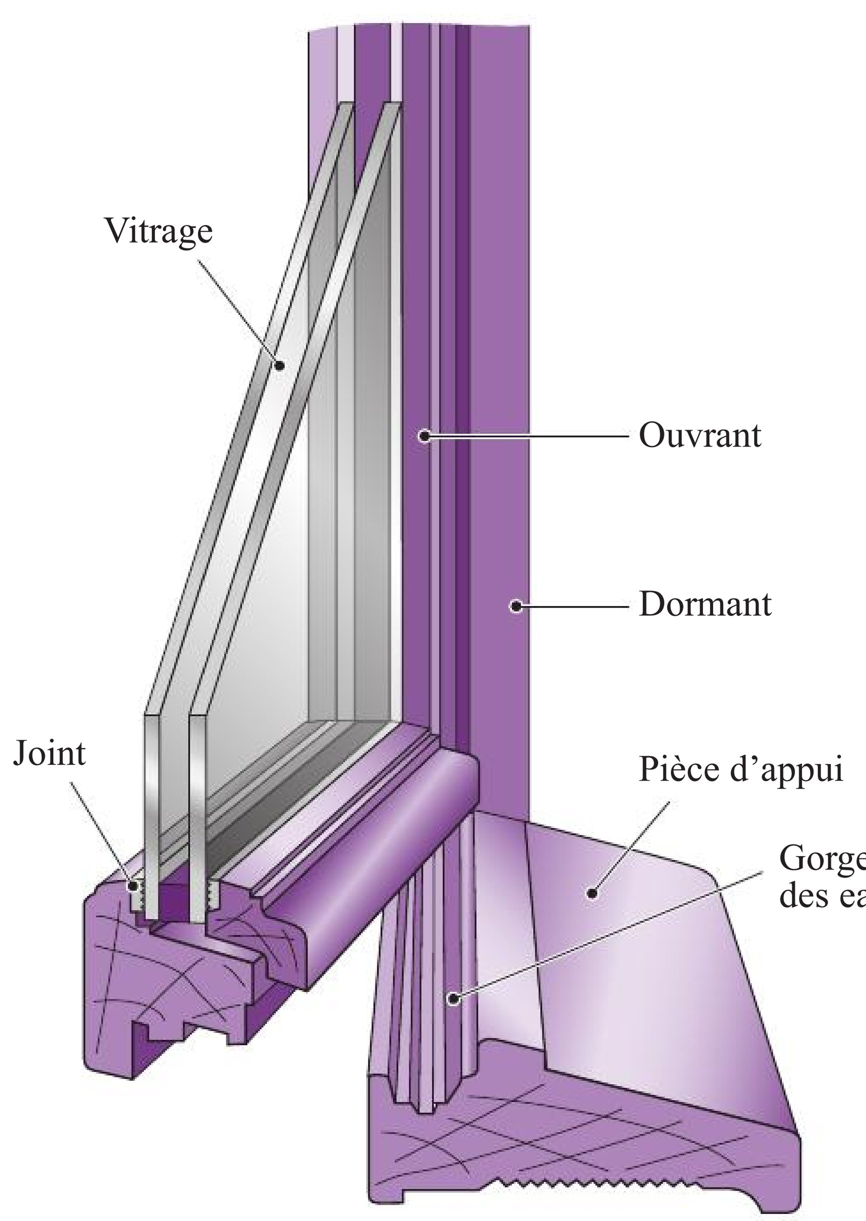
Comment ça marche

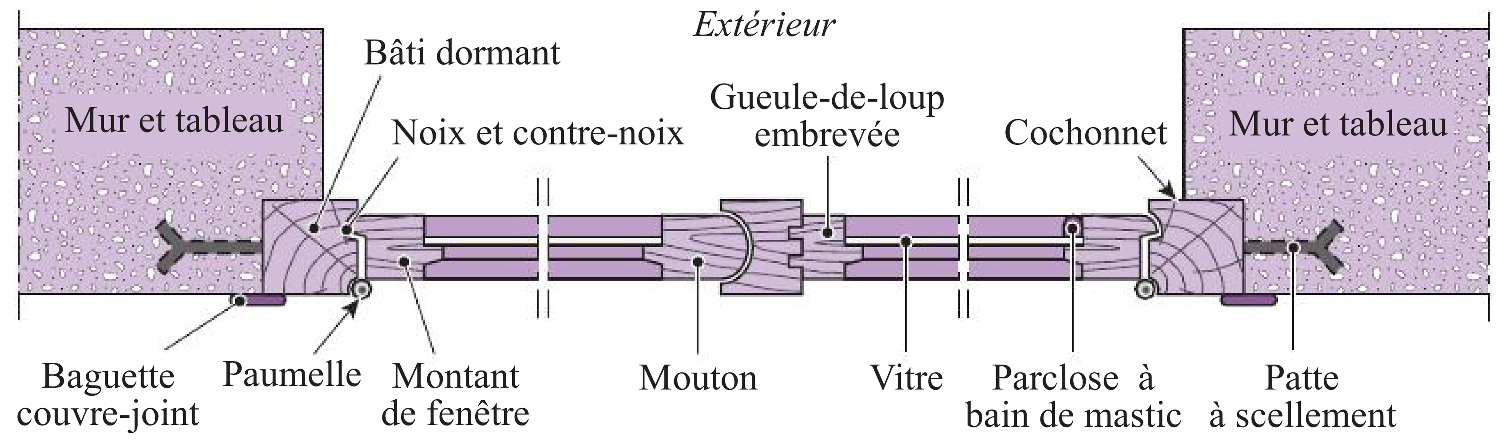
Fenêtres en bois

Les fenêtres, portes-fenêtres et châssis fixes en bois sont fabriqués en usine ou en atelier à partir de profilés en bois usinés. Bien qu'elles puissent être vitrées sur chantier, la majorité des fenêtres en bois sont vitrées en usine. Elles sont essentiellement utilisées pour leur ouverture à battement, et plus particulièrement « à la française ». Leur entretien annuel (protection, joints, réseau de drainage et quincaillerie) est indispensable au maintien de leurs performances.

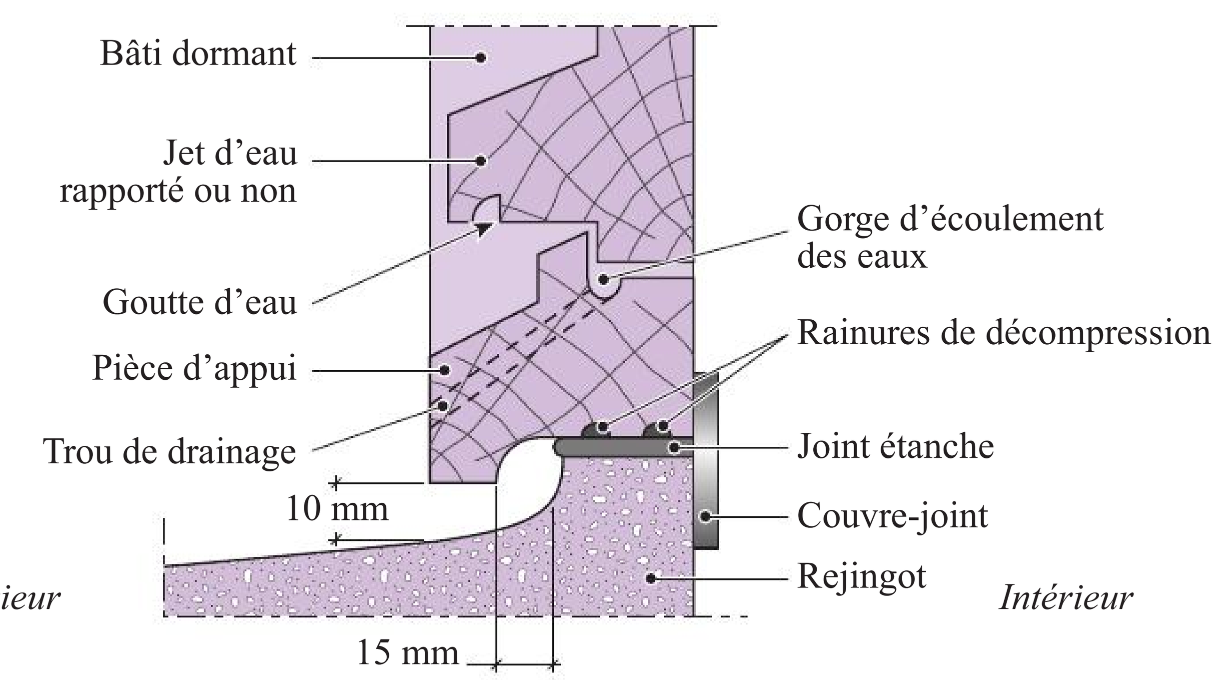
Vocabulaire

Exemples de fenêtre en bois avec ouvrants à la française, à double vitrage isolant monté en usine (a) et à simple vitrage et parclose à bain de mastic (b).





Coupe horizontale



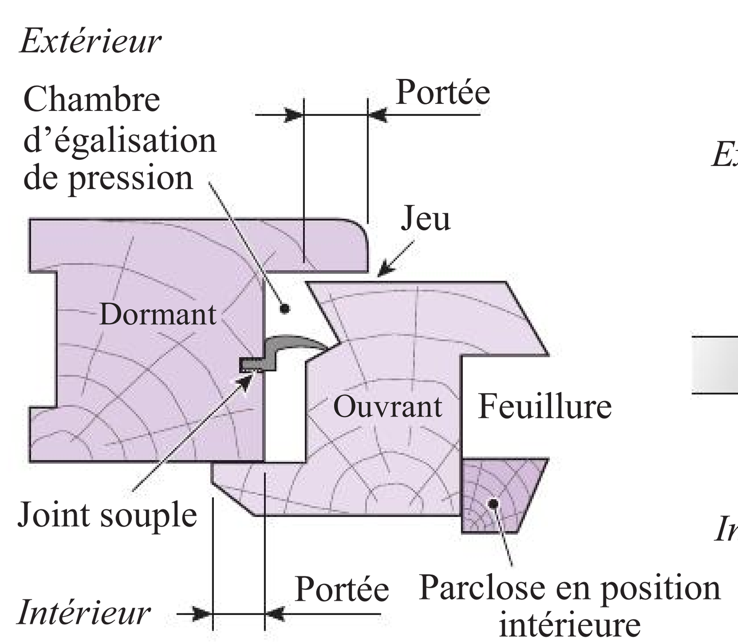
Coupe verticale sur jet d'eau et pièce d'appui

a **Fenêtre à double vitrage monté en usine**

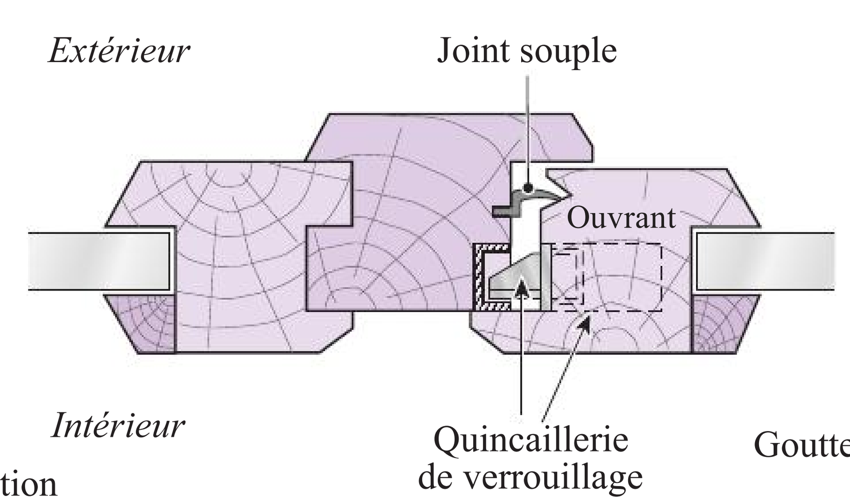
b **Fenêtre à simple vitrage**

Montants et pièces d'appui

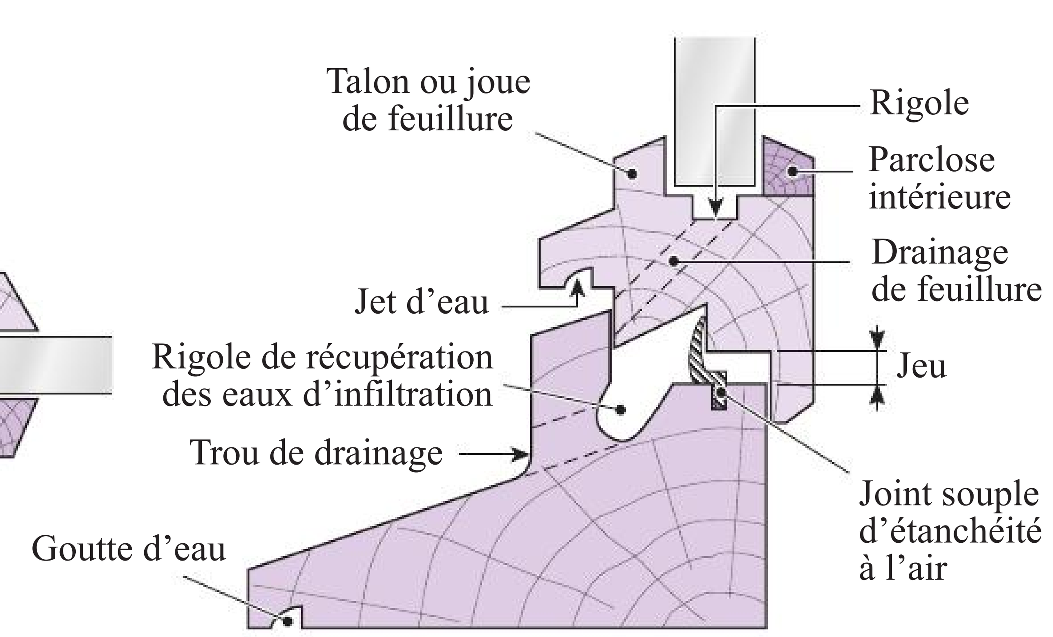
Les fenêtres en bois sont constituées de profilés usinés assemblés (montants, traverses hautes, pièces d'appui, feuillures, parcloses). Ces profilés sont en bois massif ou lamellé-collé, abouté ou non. L'ajout d'un joint profilé souple permet d'obtenir des performances de perméabilité à l'air, d'étanchéité à l'eau et de résistance au vent. Les pièces d'appui comportent, sur toute leur largeur, une rigole de récupération des eaux d'infiltration.



Montant ou traverse avec joint profilé souple



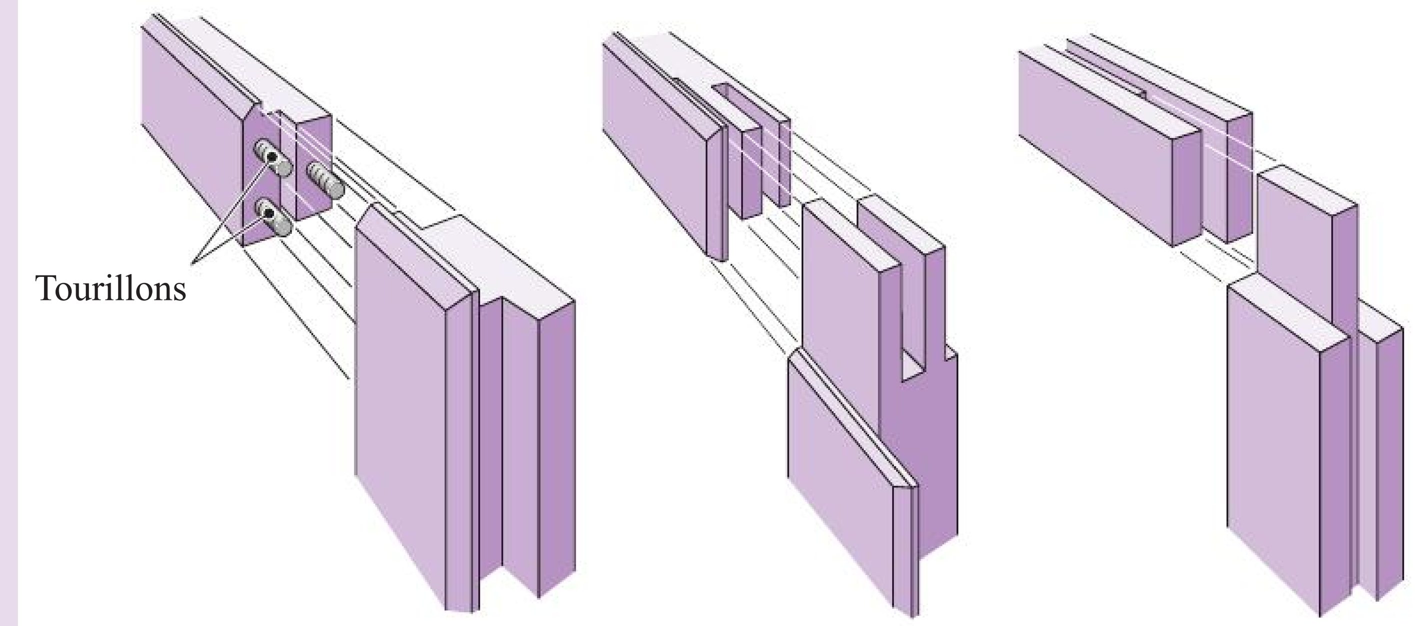
Coupe sur 2 montants de battement



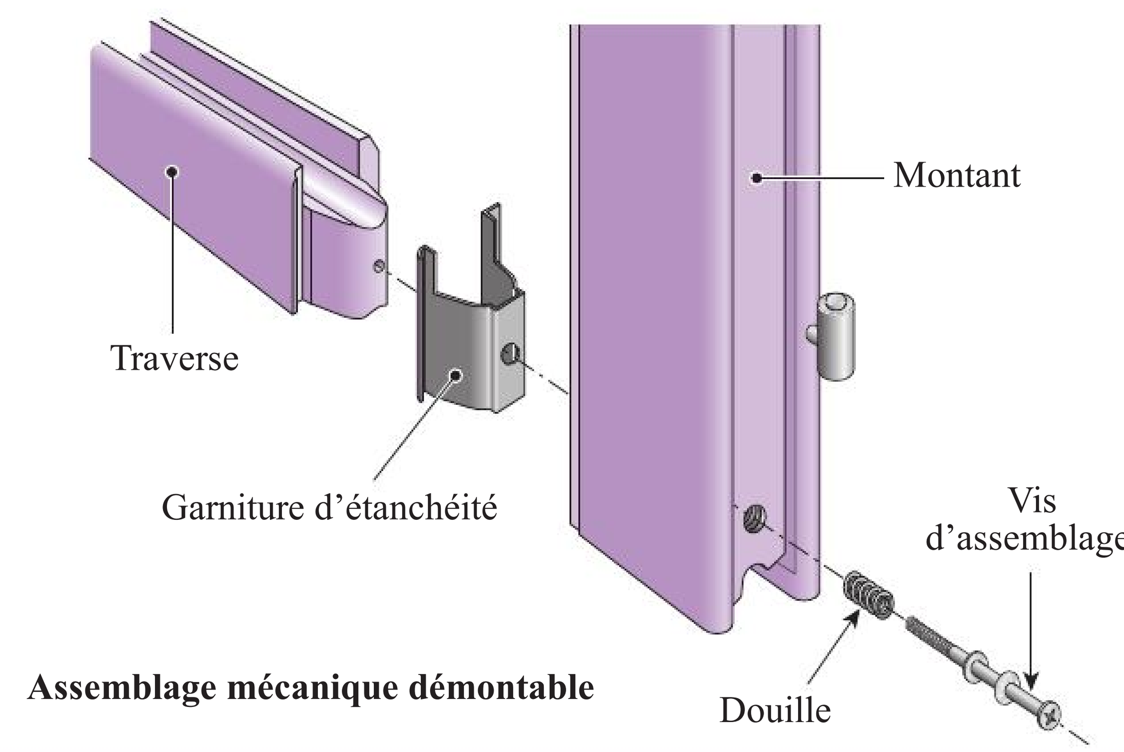
Pièce d'appui avec joint profilé souple

Assemblage des éléments

Les assemblages des fenêtres en bois doivent être rigides et étanches. Leur résistance peut être obtenue par l'utilisation de colle ou d'assembleurs métalliques tels que pointes, agrafes ou chevilles. Sont distingués pour les assemblages d'angle les assemblages à enfourchement simple ou double, à tourillons ou encore les assemblages mécaniques démontables.



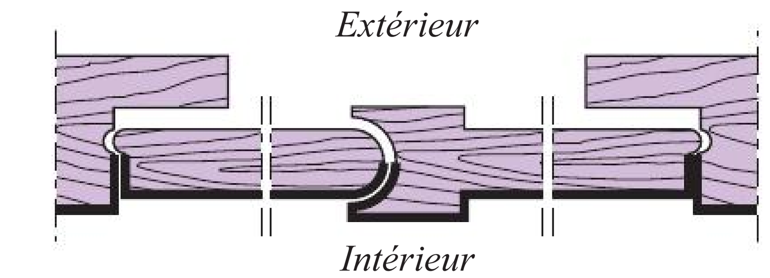
Assemblage à tourillons **Assemblage à double enfourchement** **Assemblage à simple enfourchement**



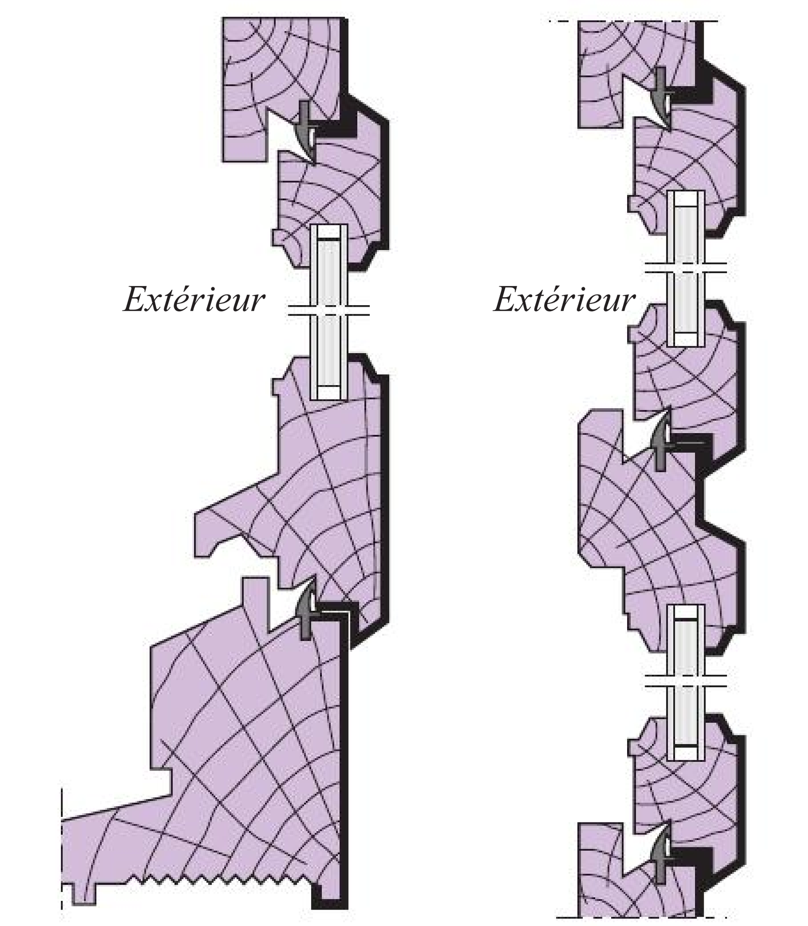
Assemblage mécanique démontable

Mise en peinture

Pour assurer le jeu de la menuiserie, avant mise en peinture, il convient de dégraisser avec un rabot le profil de la menuiserie pour compenser la présence des couches de peinture à venir, dont l'épaisseur cumulée pourrait nuire à son fonctionnement.



Fenêtre en bois

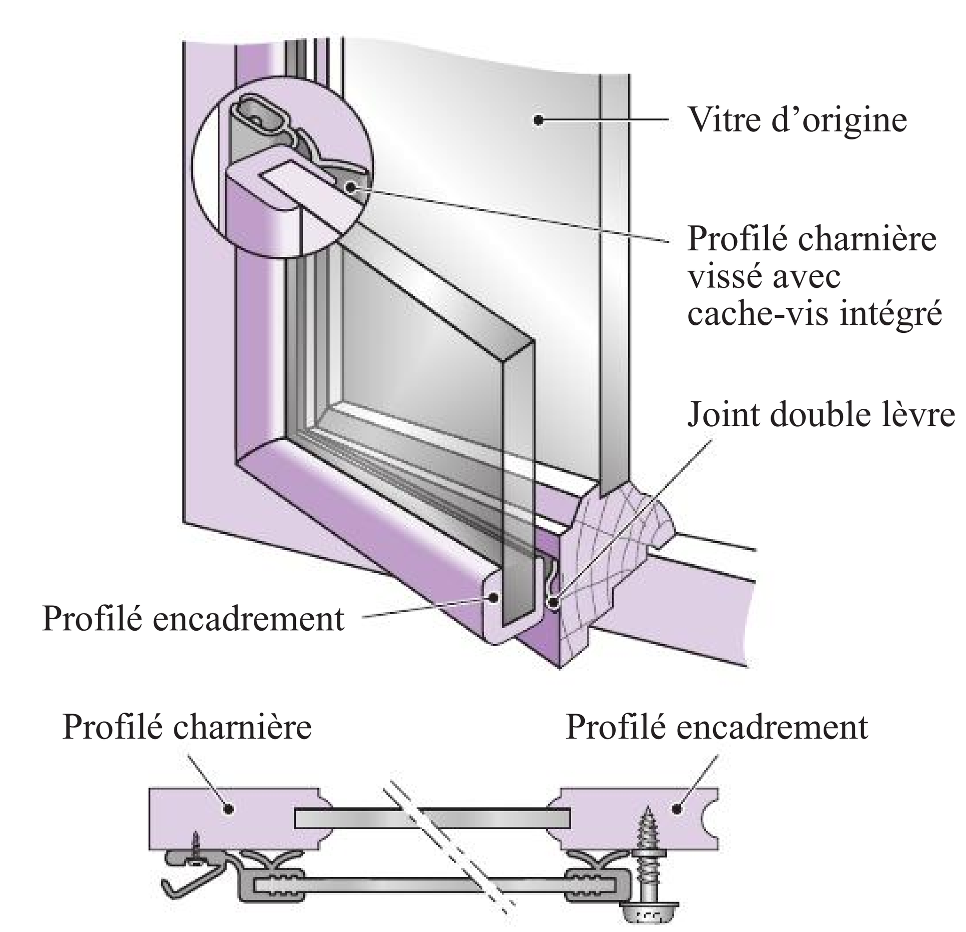


Fenêtre en bois avec joint thermique isophonique

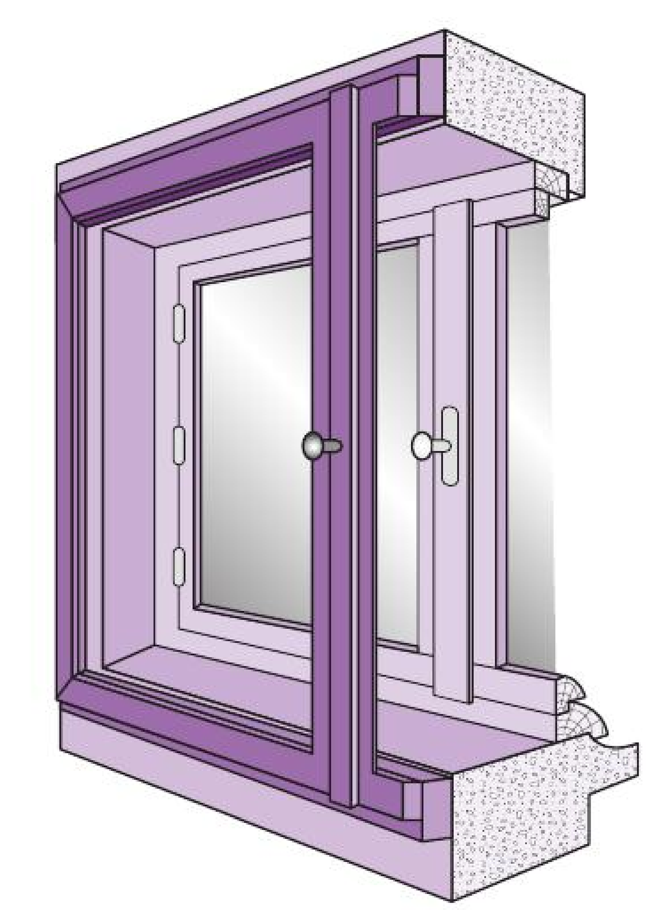
— Limite de mise en peinture

Amélioration des menuiseries existantes

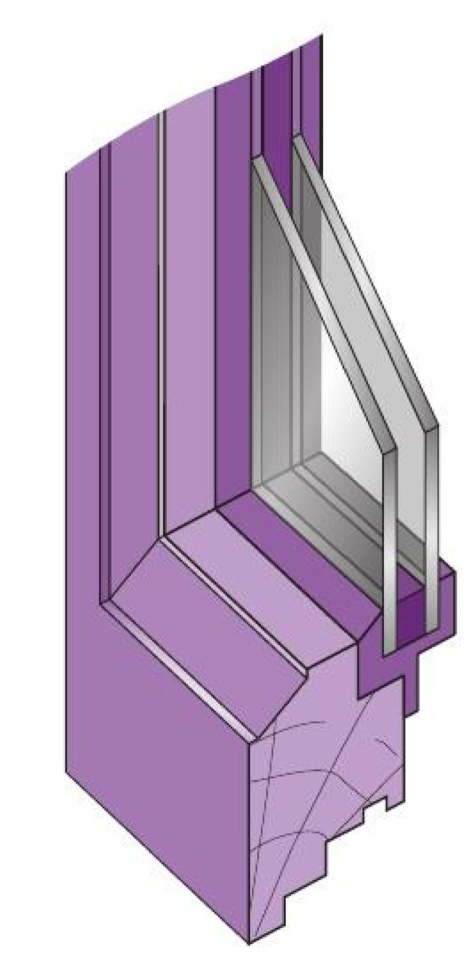
Pour améliorer les performances acoustiques ou thermiques des menuiseries lorsque leurs structures sont en bon état, des travaux simples peuvent être effectués à des coûts inférieurs à ceux de leur remplacement.



Survitrage



Double fenêtre



Vitrage isolant de rénovation

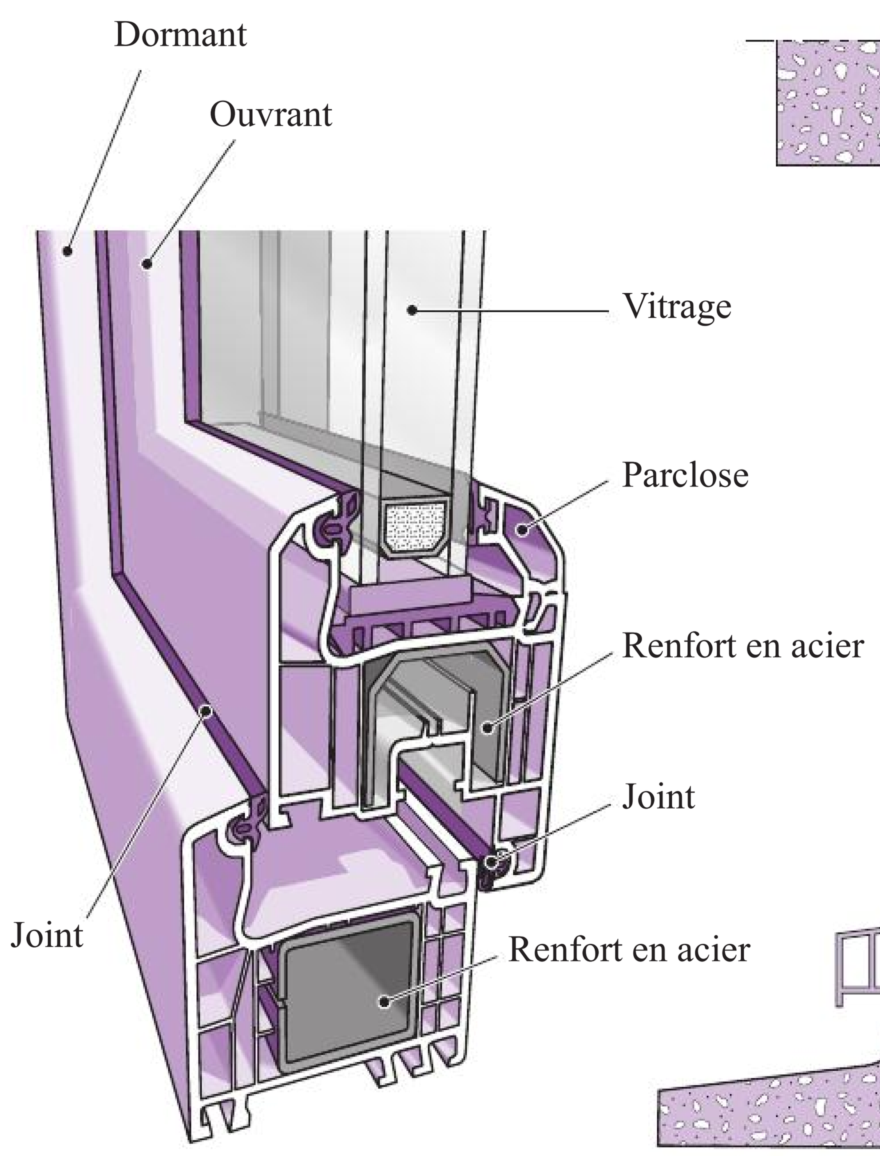
Fenêtres en PVC

Comment ça marche

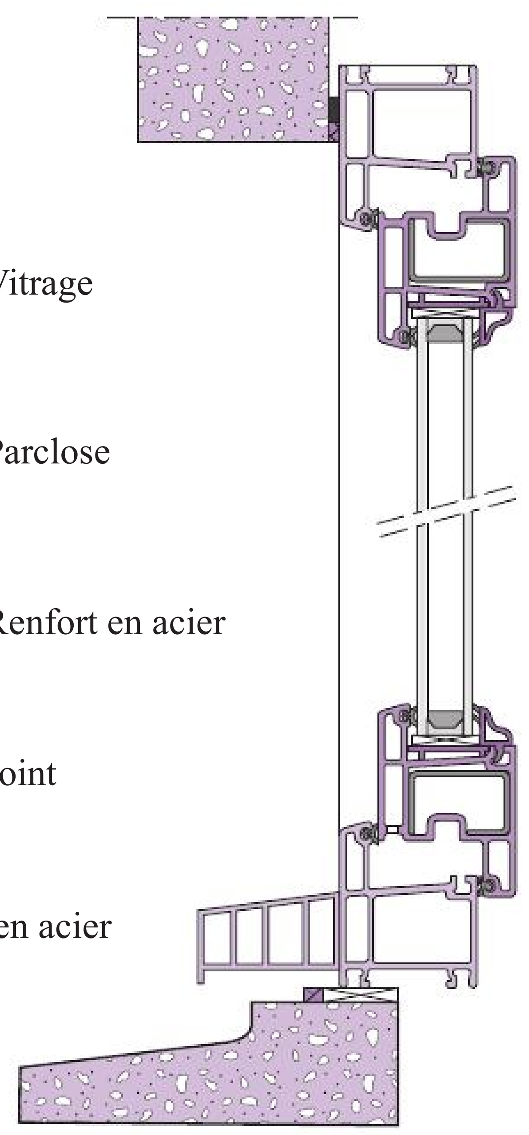
Les fenêtres en PVC sont des produits de fabrication industrielle. Elles sont usinées, assemblées et vitrées à partir de profilés extrudés. Chaque profilé a une morphologie différente et répond à un rôle précis dans la fenêtre. Les types d'ouverture les plus couramment utilisés pour les châssis en PVC sont l'ouvrant à la française à un, deux ou trois vantaux, l'ouvrant à soufflet, l'oscillo-battant et le coulissant.

Vocabulaire

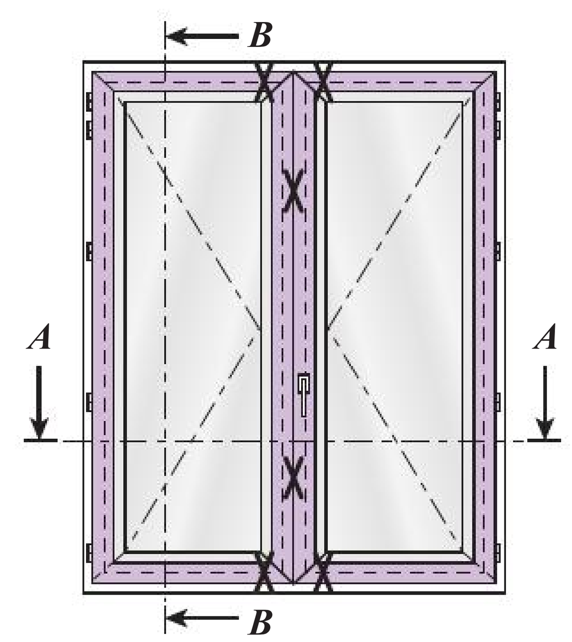
Exemple d'ouvrant à la française avec double vitrage isolant.



Détail des profilés

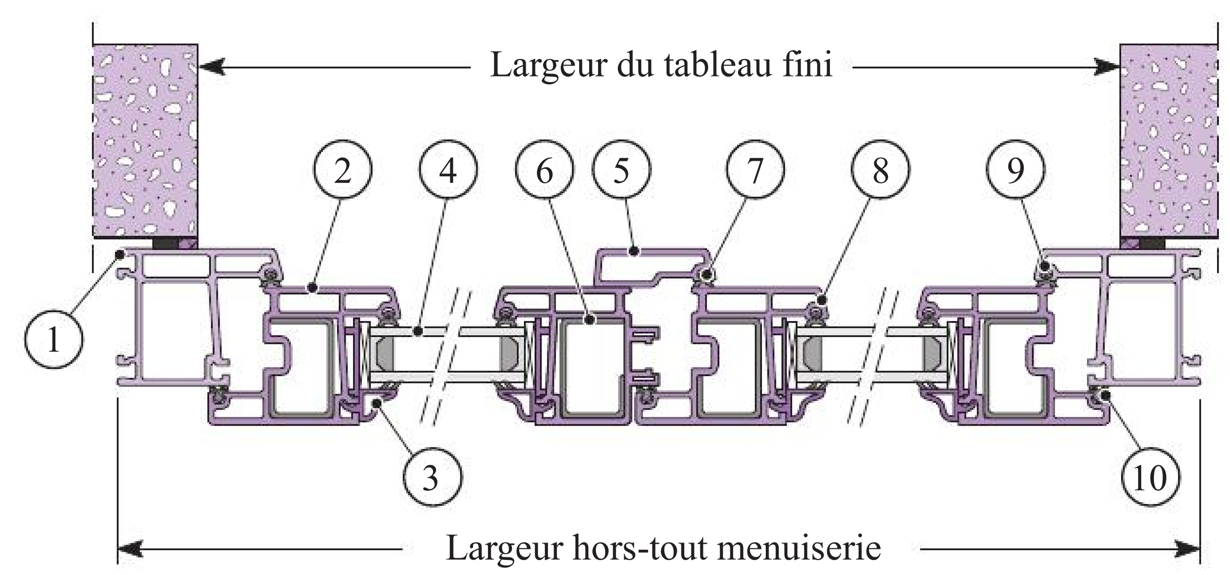


Coupe *B-B*



Élévation intérieure

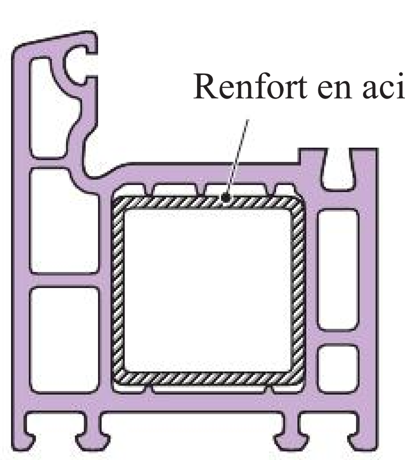
1 - Dormant
2 - Ouvrant
3 - Parclose
4 - Vitrage
5 - Battement
6 - Renfort ouvrant (éventuel)
7 - Profilé de frappe battement
8 - Profilé de vitrage
9 - Profilé de frappe dormant
10 - Profilé de frappe ouvrant
X - Points de verrouillage



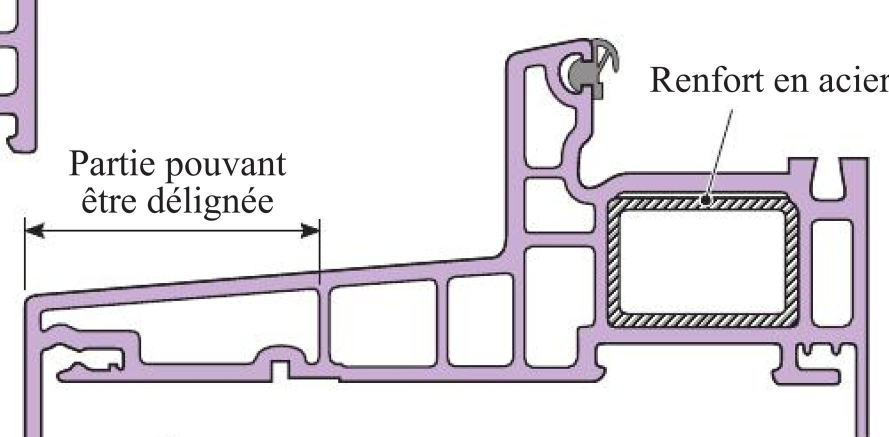
Coupe *A-A*

Profilés de dormant et d'ouvrant

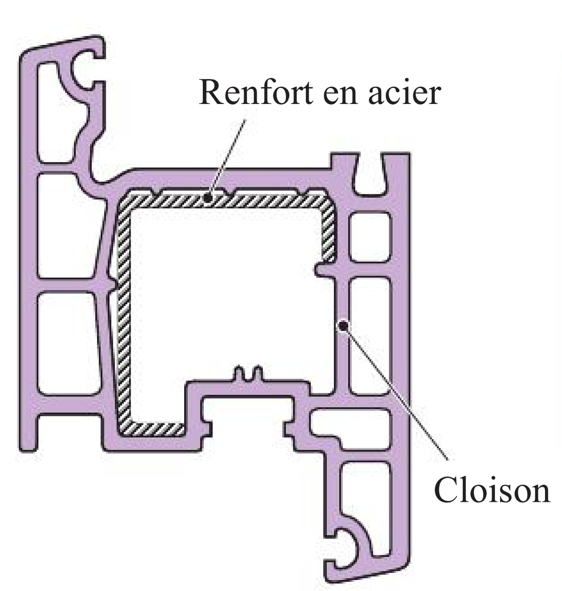
Le profilé de dormant peut être classique (a) ou monobloc (b). Il est unique sur les quatre côtés de la menuiserie et compose les traverses basses et hautes ainsi que les deux montants. Le profilé d'ouvrant peut être multichambre (c) ou monochambre (d) s'il ne comporte pas de cloison du côté intérieur du local.



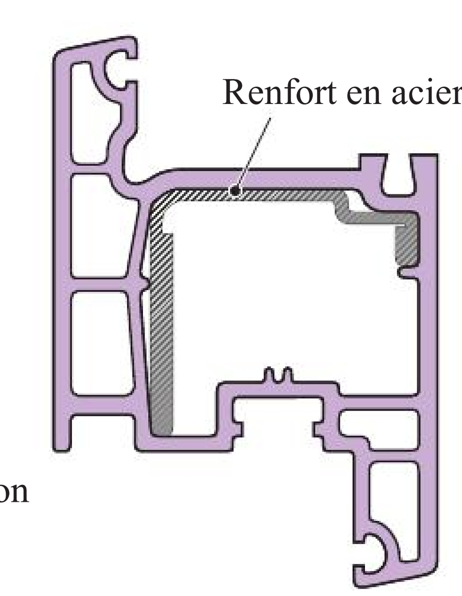
a Profilé de dormant classique



b Profilé de dormant monobloc



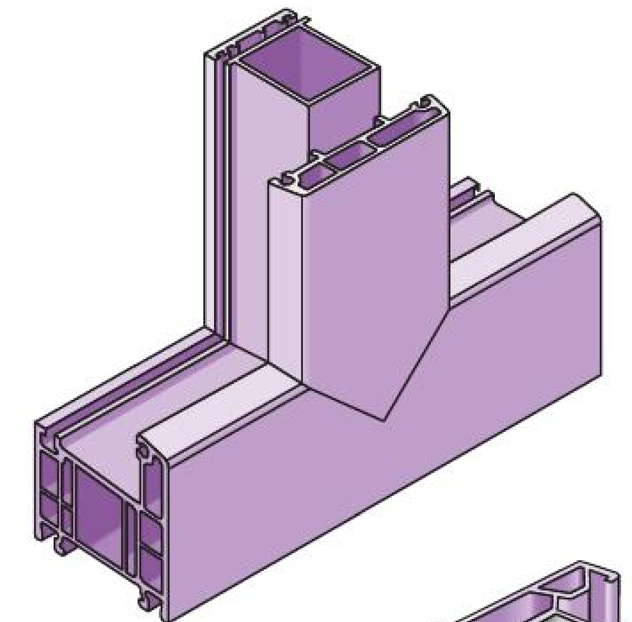
c Profilé d'ouvrant multichambre



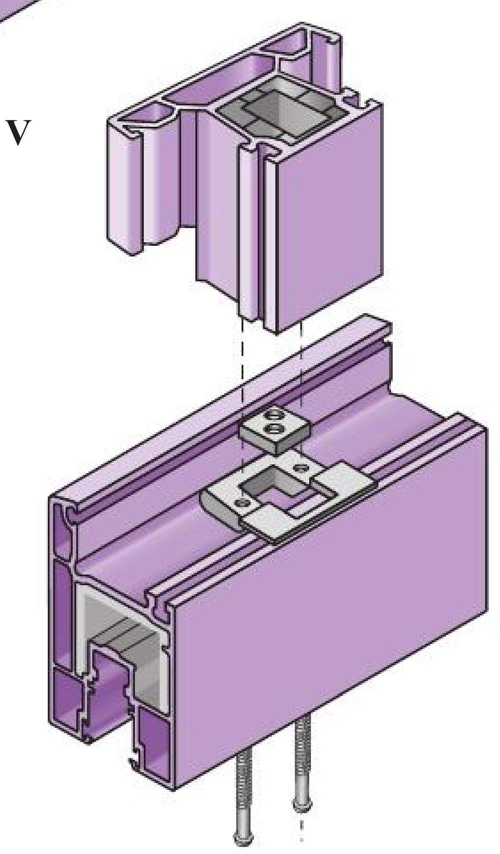
d Profilé d'ouvrant monochambre

Assemblages des éléments

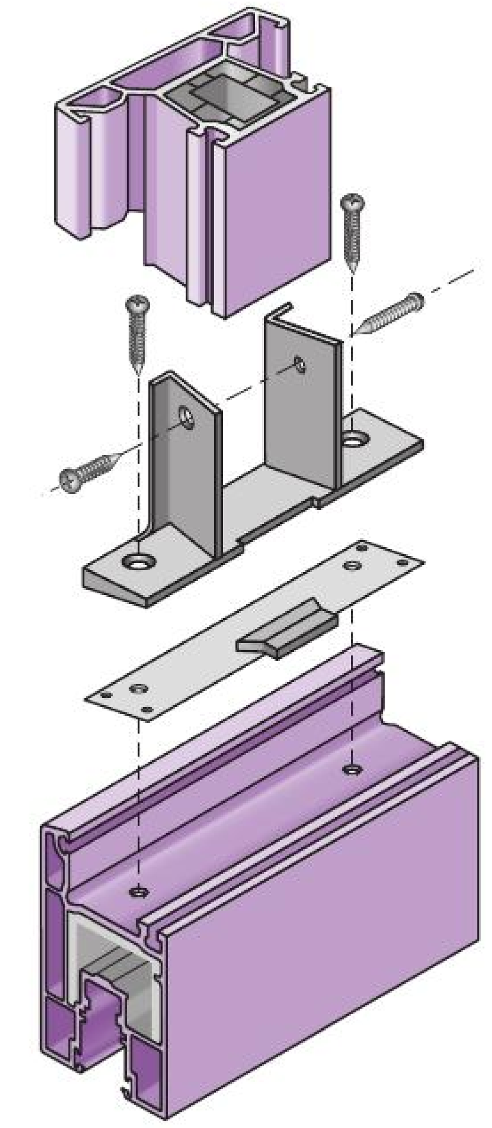
Les assemblages d'angle des ouvrants et dormants des fenêtres en PVC sont réalisés par soudure, ce procédé assurant la tenue mécanique, l'étanchéité à l'eau et à l'air. Les assemblages en T, destinés à la mise en place d'un meneau ou d'une traverse, peuvent être réalisés par soudure (en V (a) ou à plat), par fixation mécanique à l'aide d'un système d'alvéovis (b) ou par sabot rapporté spécifique (c).



a Soudure en V



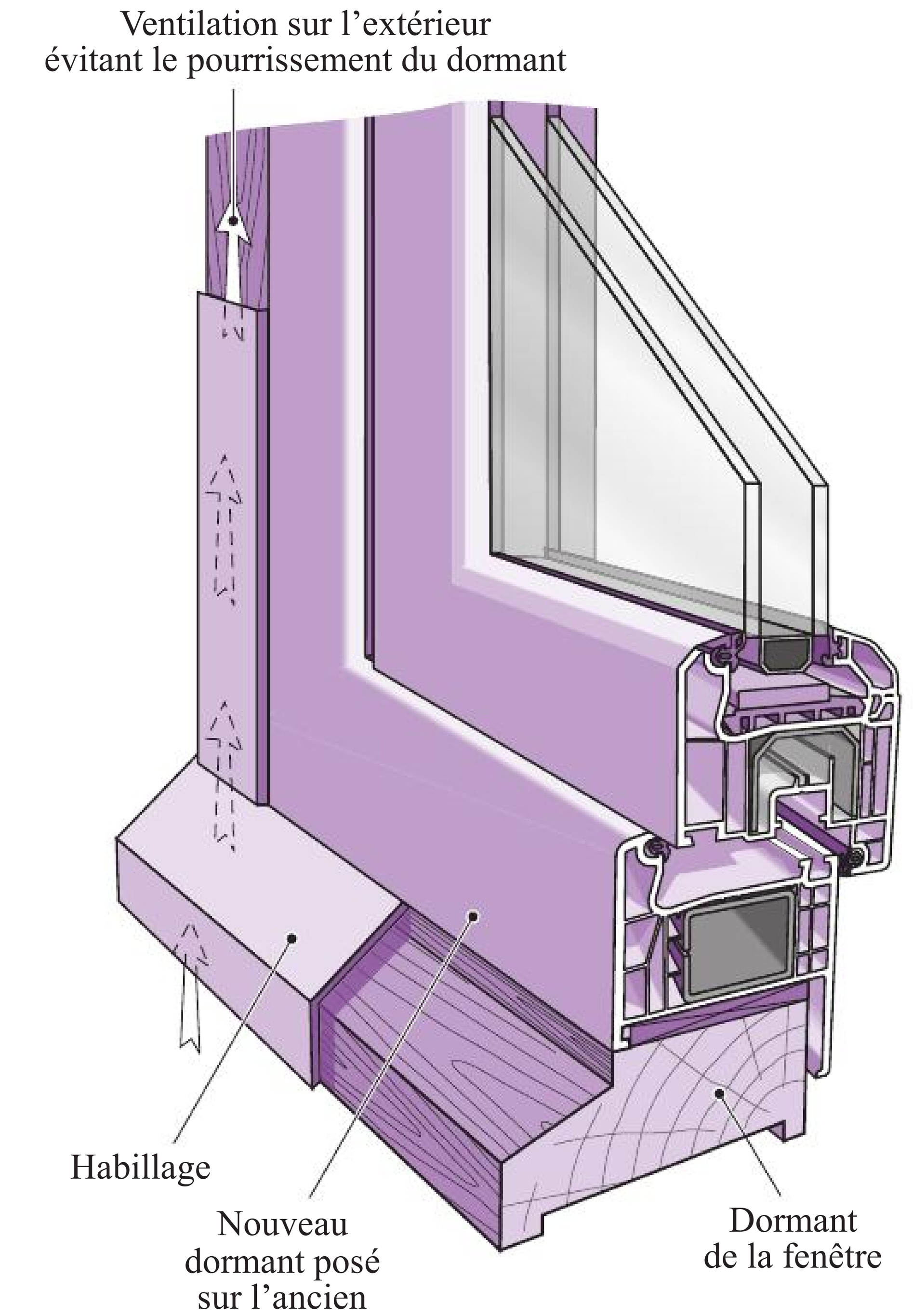
b Assemblage mécanique par alvéovis



c Assemblage mécanique par sabot

Châssis pour réhabilitation

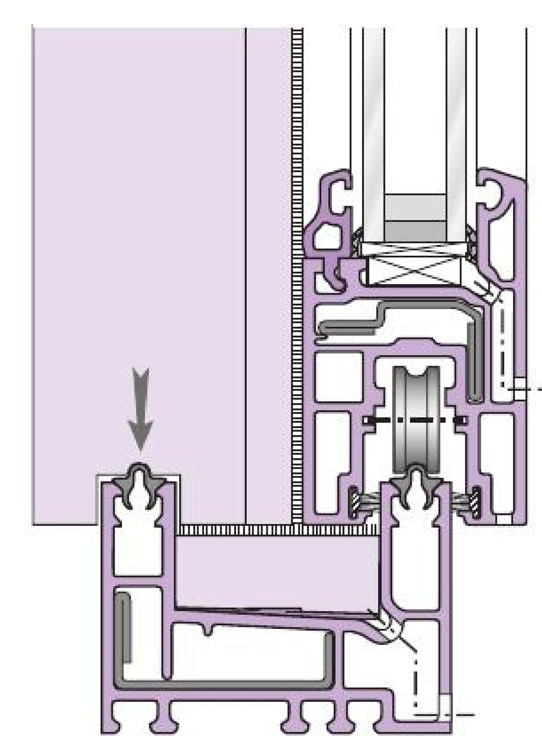
Les fenêtres en PVC sont conçues pour s'adapter à une mise en œuvre en rénovation sur les fenêtres en bois. Lorsque l'ancienne menuiserie est dégradée (infiltration, voilement, etc.), une dépose partielle peut être envisagée. Dans ce cas, le dormant initial est conservé et le nouveau dormant l'habille de vantaux plus performants.



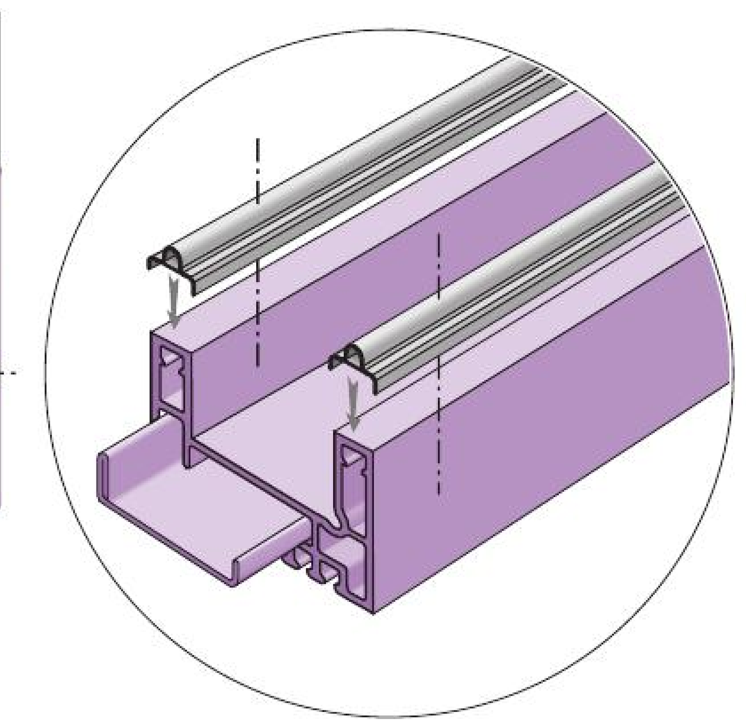
Châssis PVC spécial réhabilitation

Système coulissant

Le châssis coulissant peut comporter un à quatre vantaux coulissants. L'utilisation de pièces en aluminium (rails de roulement ou profilés de chicane) apporte la rigidité et évite l'usure prématurée du PVC.

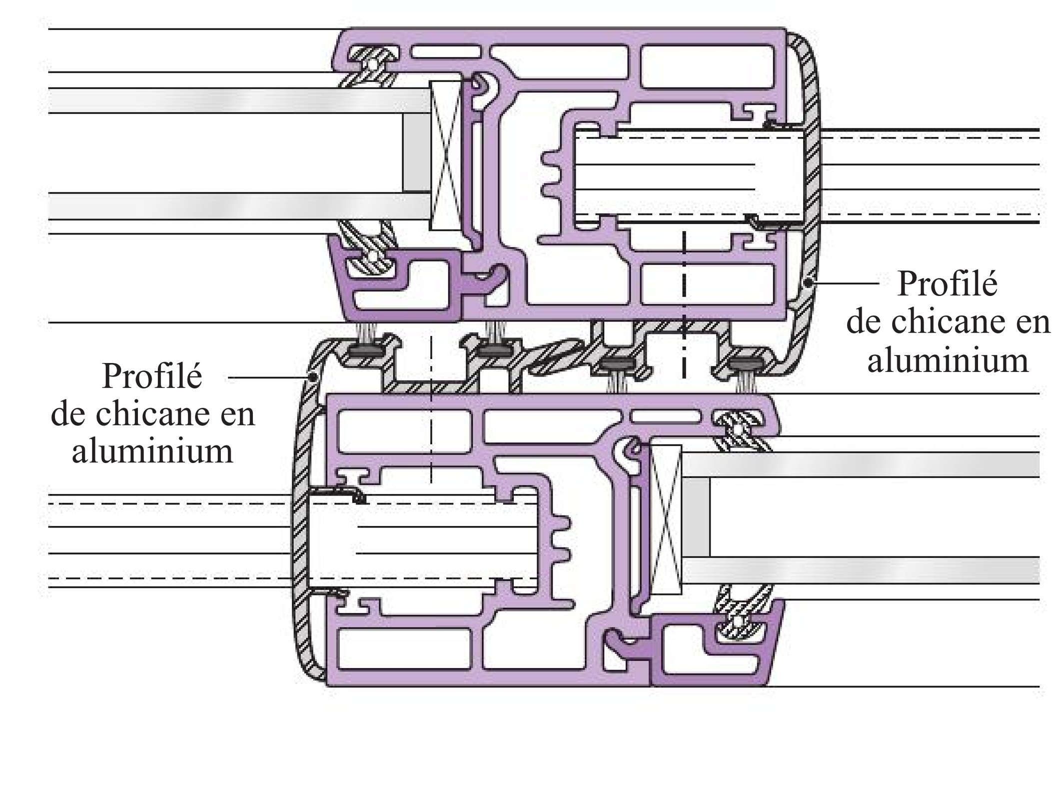


Position du rail en aluminium sur la traverse basse



Détail montrant la mise en place du rail

Rail de roulement des vantaux



Raccordement des montants centraux sur coulissant à deux vantaux

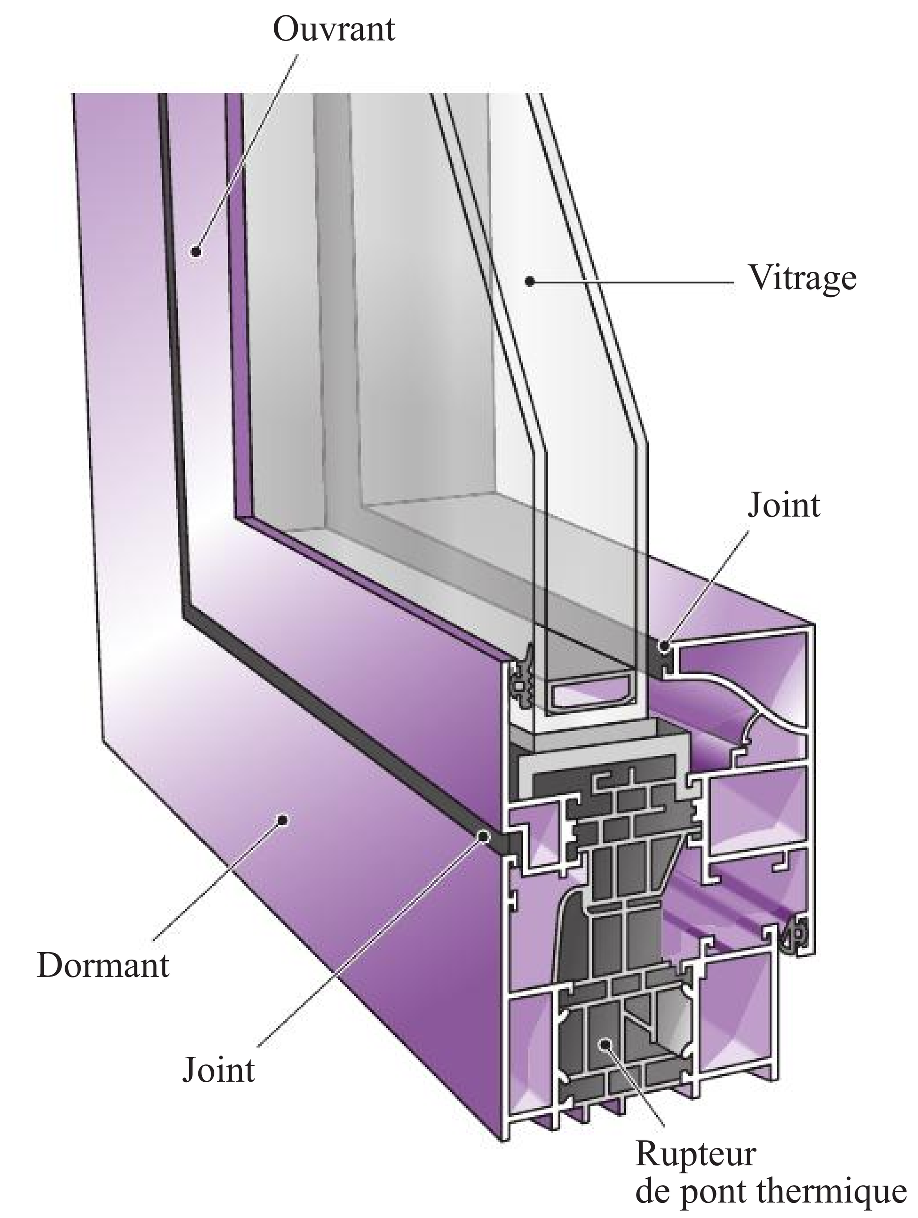
Comment ça marche

Fenêtres métalliques

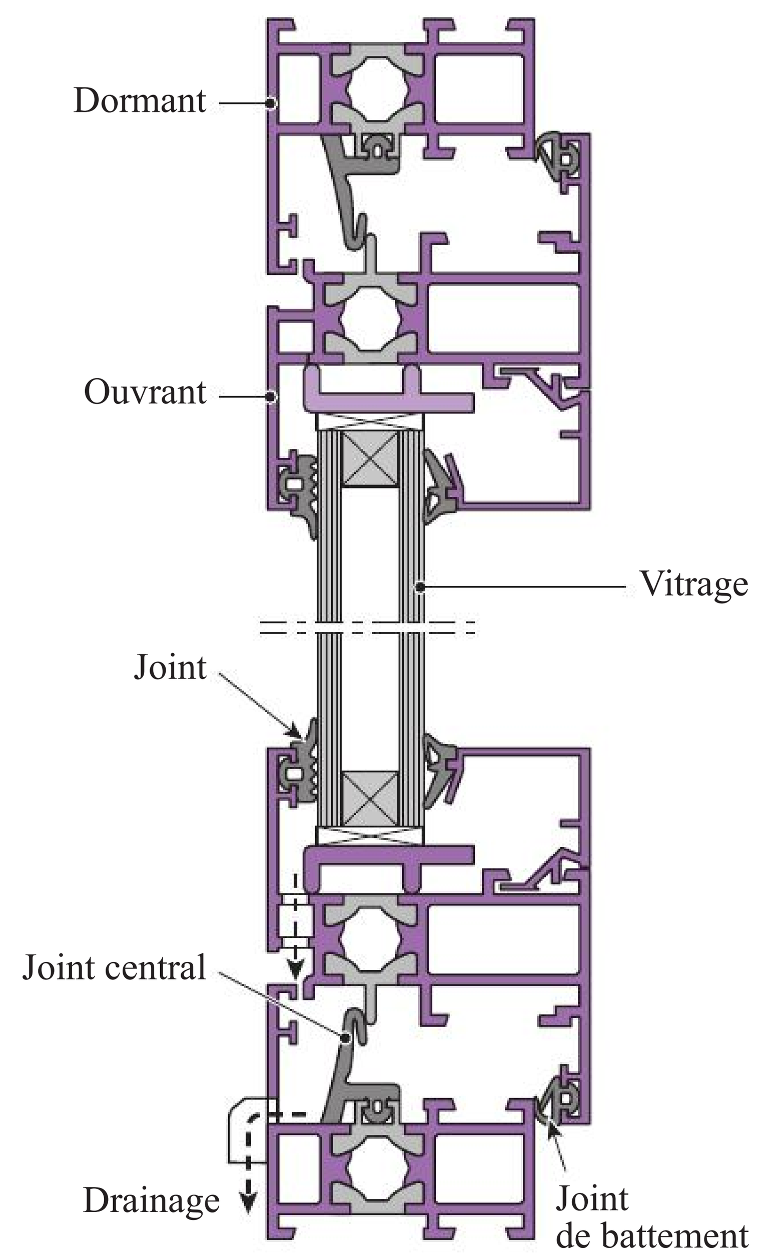
L'aluminium et l'acier sont les métaux utilisés pour la fabrication des fenêtres métalliques en raison de leur résistance mécanique et de leur durabilité. Leur forte conductivité thermique impose en général la mise en place de matériaux de rupture thermique. Les profilés métalliques ouvrants et dormants sont associés à des joints profilés souples qui assurent les diverses fonctions d'étanchéité.

Vocabulaire

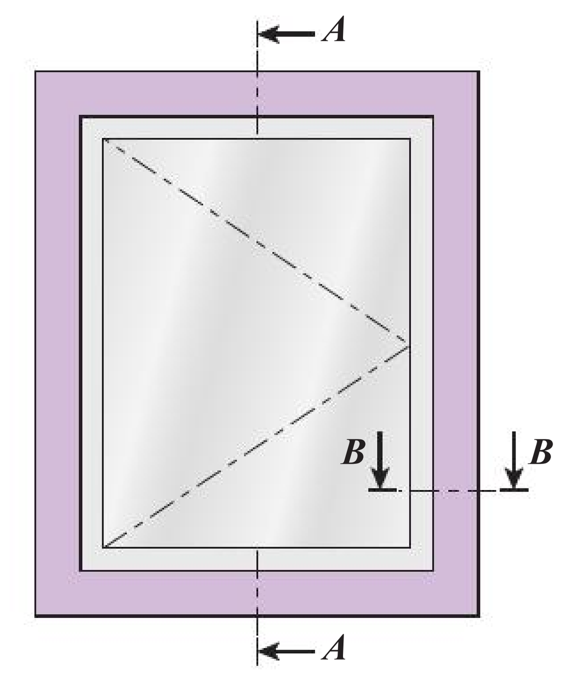
Exemple d'ouvrant à la française, avec double vitrage isolant.



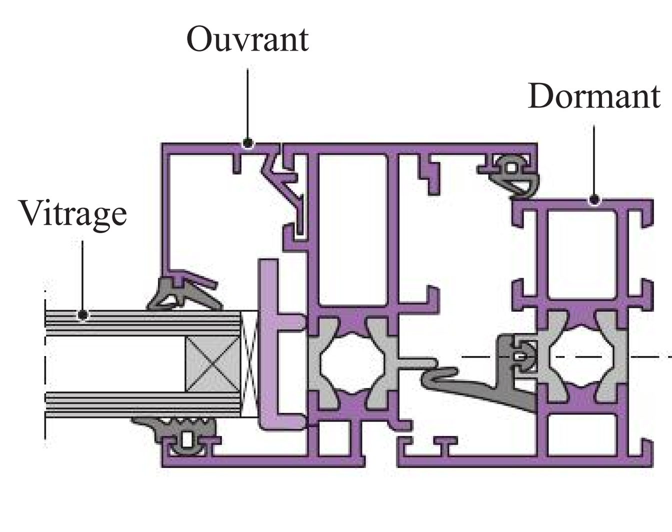
Détail des profilés



Coupe A-A



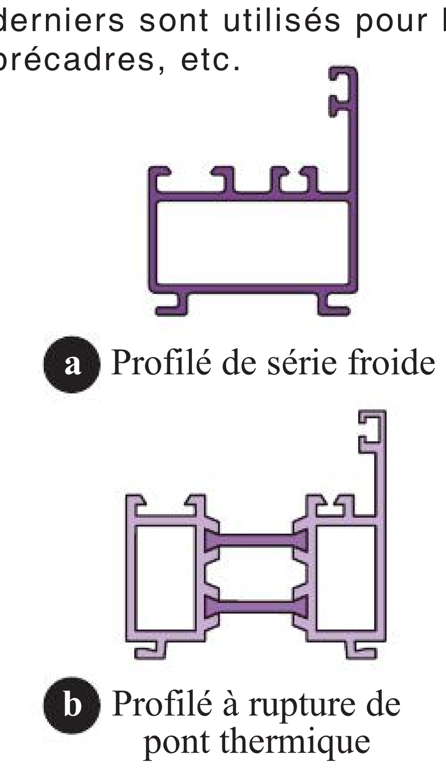
Fenêtre à battement ouvrant à joint central



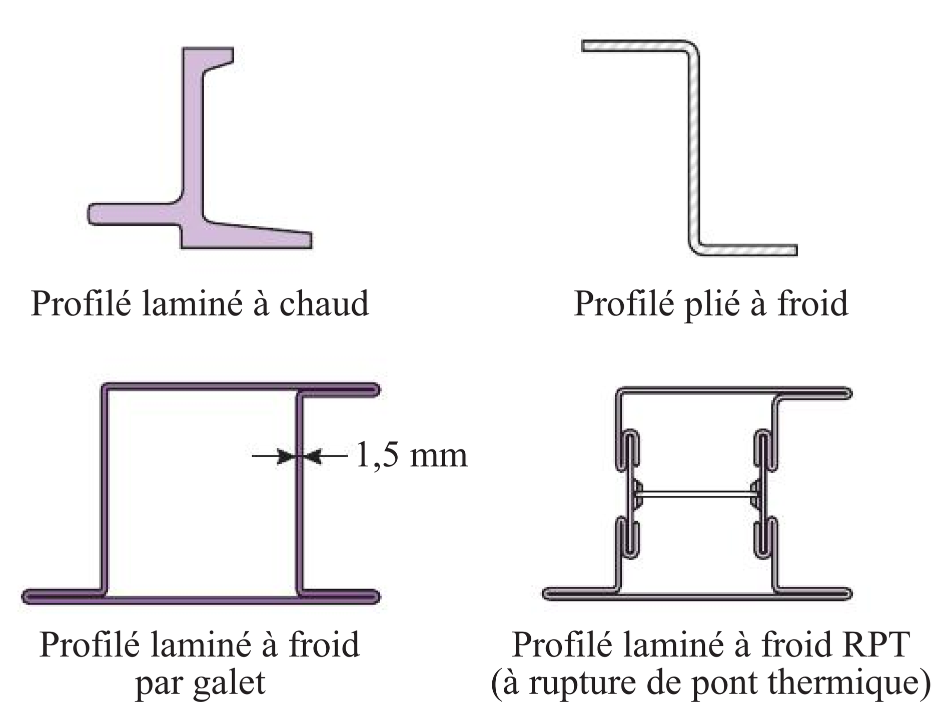
Coupe B-B

Profilés

Sont distingués les profilés en alliage d'aluminium issus d'une seule filière « de série froide » (a) et les profilés à rupture de pont thermique (b). Trois types de profilés en acier (c) existent : laminés à chaud, laminés à froid et pliés à froid à la presse. Ces derniers sont utilisés pour les habillages tels que les bavettes, fourrures d'épaisseur, précadres, etc.



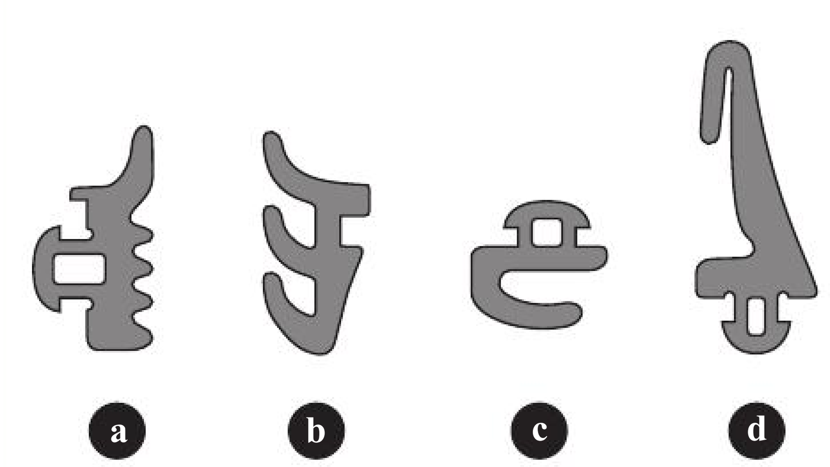
Profilés en alliage d'aluminium



c Profilés en acier

Joints d'étanchéité

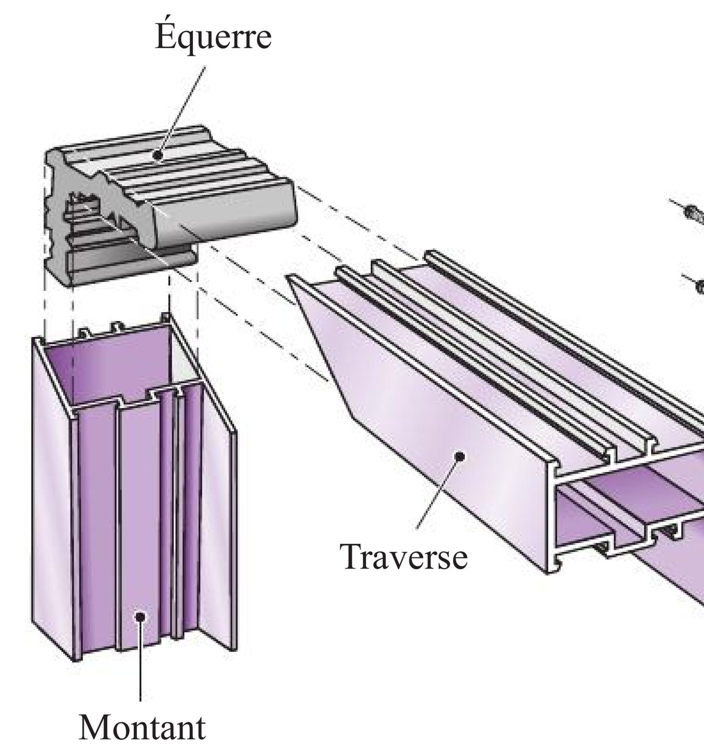
Les joints d'étanchéité sont adaptés au jeu et au profil qui les reçoit. Ils sont placés :
- soit en garniture d'étanchéité entre le vitrage et le profil de la fenêtre, pour assurer l'étanchéité à l'eau (a et b) ;
- soit entre l'ouvrant et le dormant de la fenêtre pour assurer l'étanchéité à l'air (c et d).



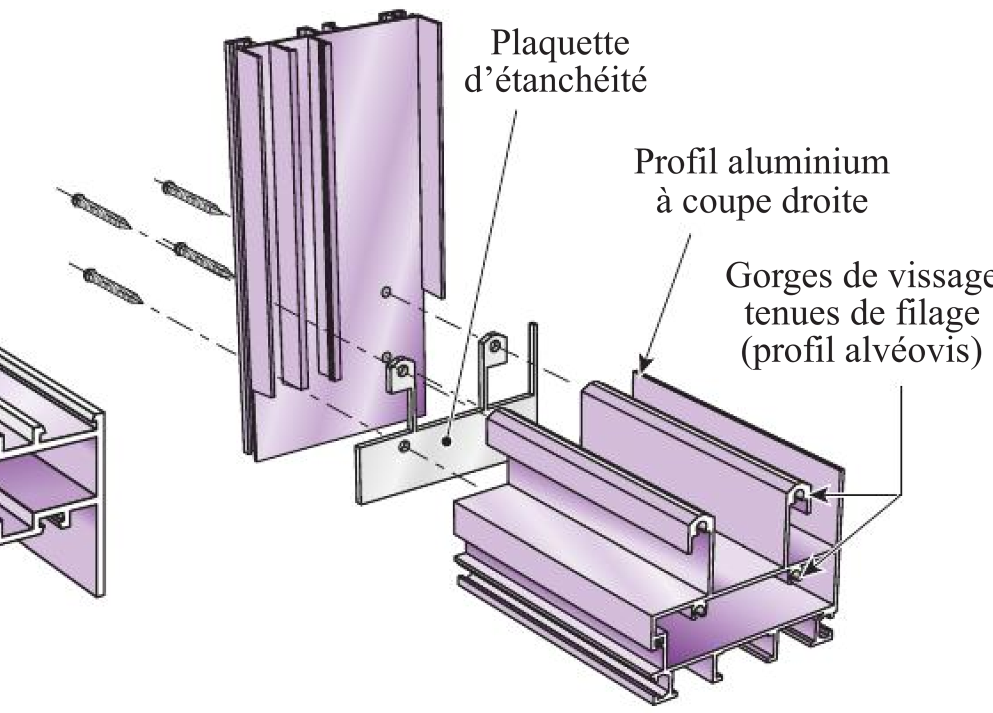
Profilés souples pour joints d'étanchéité

Assemblage des éléments

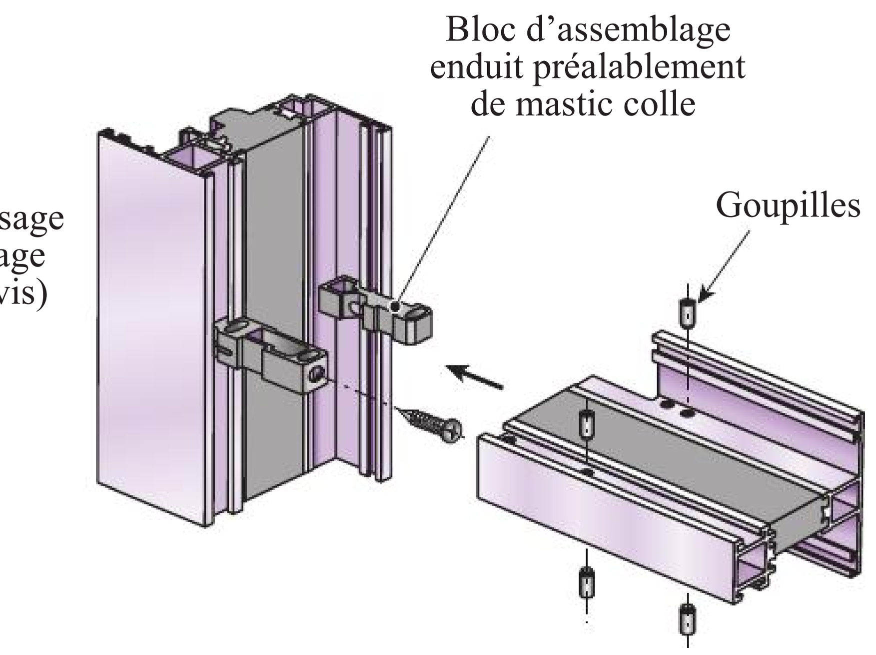
L'assemblage avec équerre (a) est le principal assemblage utilisé pour les fenêtres en aluminium. Pour les profilés ne présentant pas la même section, l'assemblage est réalisé à coupes droites par vissage dans des profils alvéovis (b). L'assemblage en T ou en croix est réalisé à l'aide de blocs d'assemblage fixés sur l'un des profilés et maintenus à l'aide de vis ou de goupilles (c).



a Assemblage avec équerre



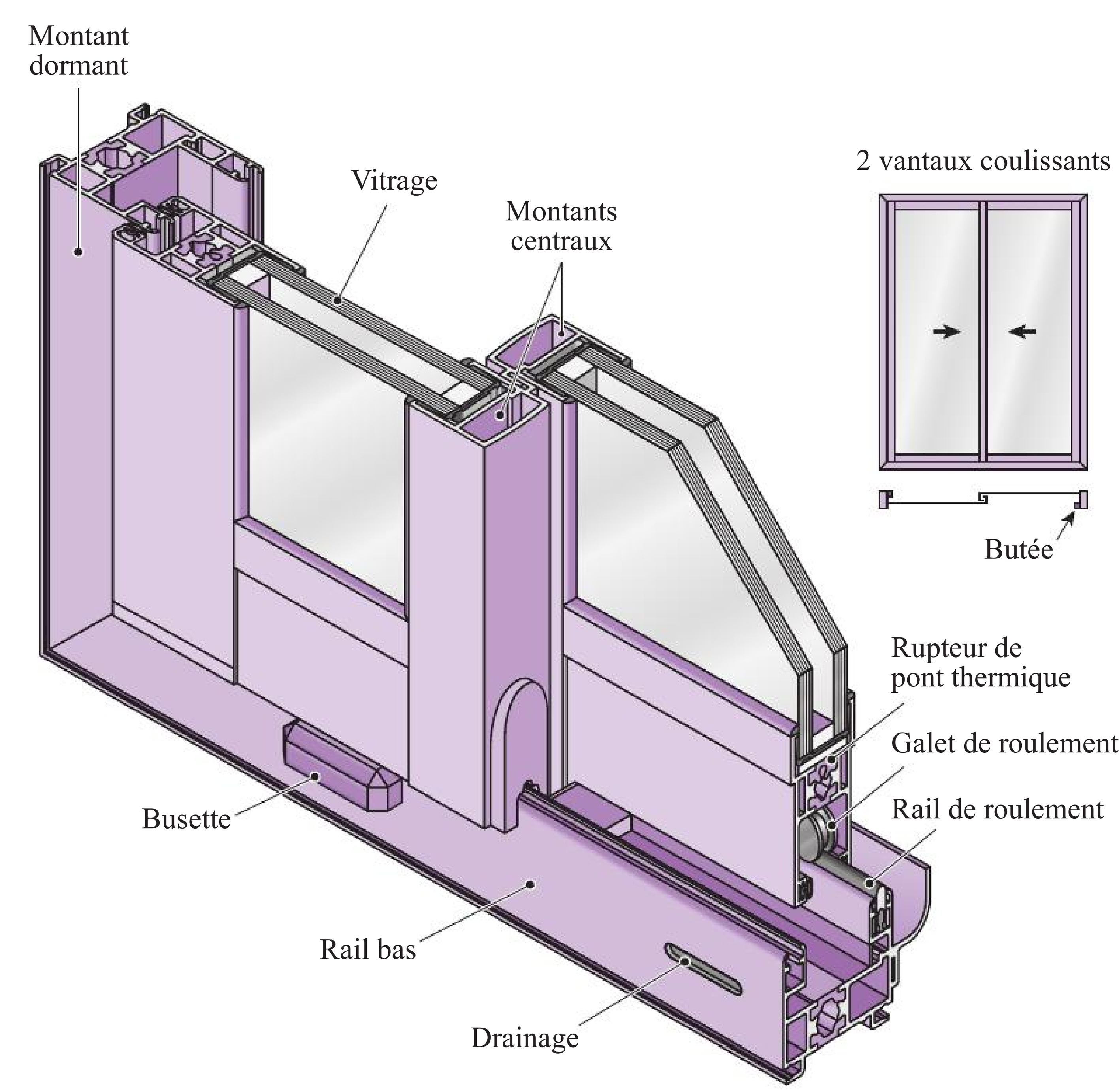
b Assemblage à coupes droites



c Assemblage en T

Systèmes coulissants

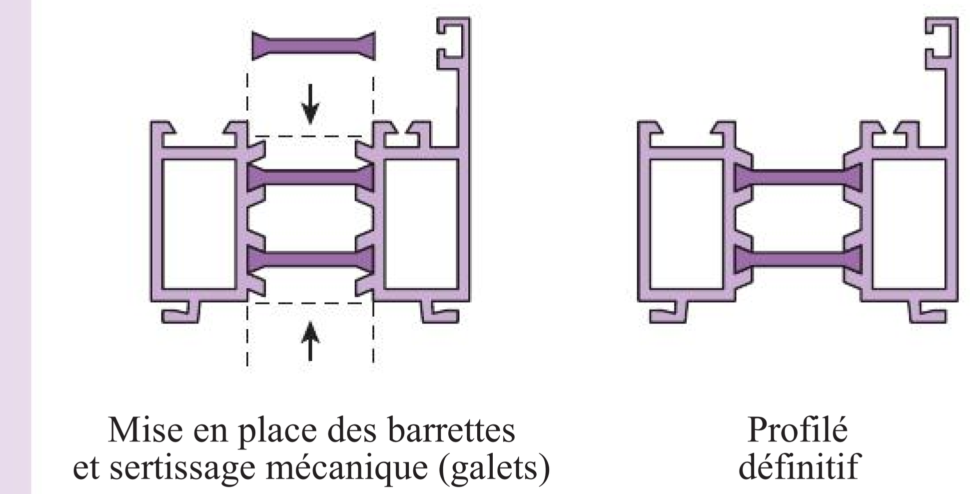
Les profilés aluminium à rupture de ponts thermiques sont des constituants privilégiés pour la réalisation de châssis coulissants, en raison de leur bonne tenue mécanique comparée à leur encombrement et leur masse. Le recouvrement des vantaux coulissants engendrant des élévations de température dans les vitrages, des butées assurant le maintien d'une ventilation de la lame d'air entre les vantaux doivent être mises en place.



Fenêtre métallique coulissante à deux vantaux

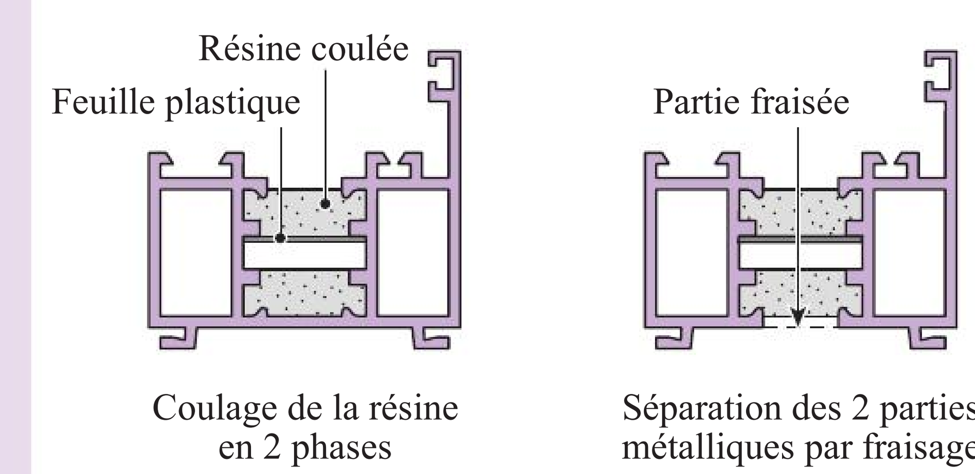
Rupture de ponts thermiques

Les profilés à rupture de ponts thermiques (RPT) sont constitués de deux profilés en aluminium reliés par des barrettes en polyamide chargées de fibre de verre (a) ou de la résine coulée de type polyuréthane (b). L'assemblage s'effectue après traitement de finition des profilés (laquage ou anodisation), permettant d'obtenir deux teintes de profilés différentes en intérieur et en extérieur.



a Fabrication de RPT par barrettes serties


Variantes possibles de barrette



b Fabrication de RPT par résine coulée

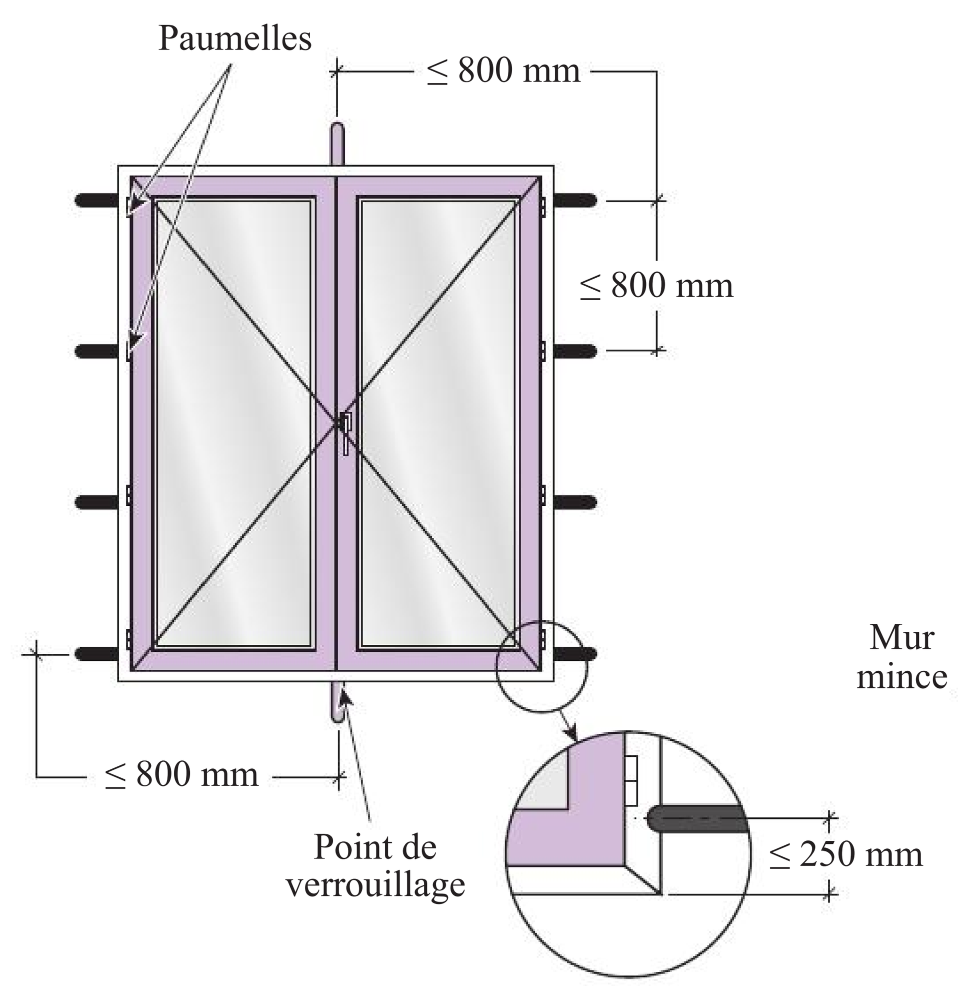
Comment ça marche

Fixation et calfeutrement des fenêtres

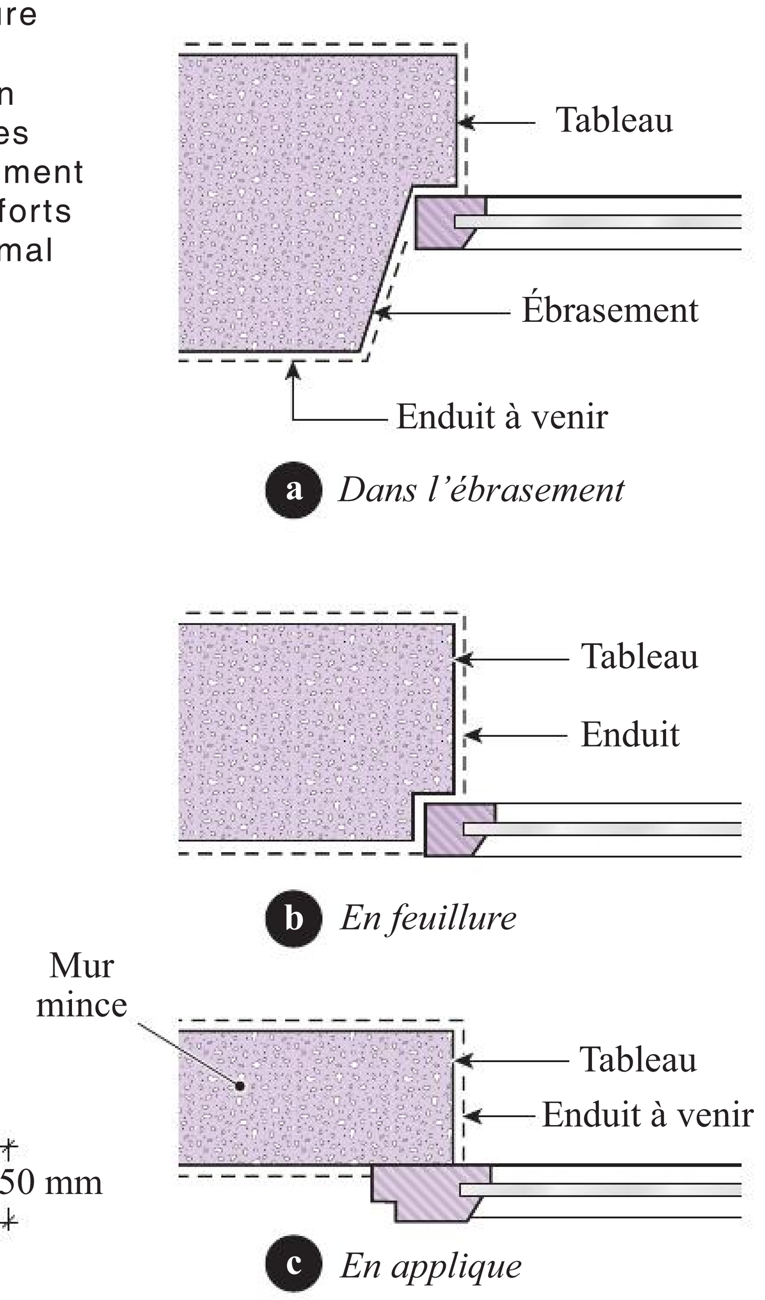
Les dispositifs de fixation doivent résister aux efforts du vent, du poids propre des menuiseries et des efforts issus des manœuvres d'utilisation. Leur rôle est également de transmettre ces efforts sur le gros œuvre. Le calfeutrement assure l'étanchéité entre le gros œuvre et le dormant de la menuiserie. Une attention particulière doit être apportée à l'étanchéité des raccordements d'angle qui sont souvent des points sensibles.

Fixation au gros œuvre

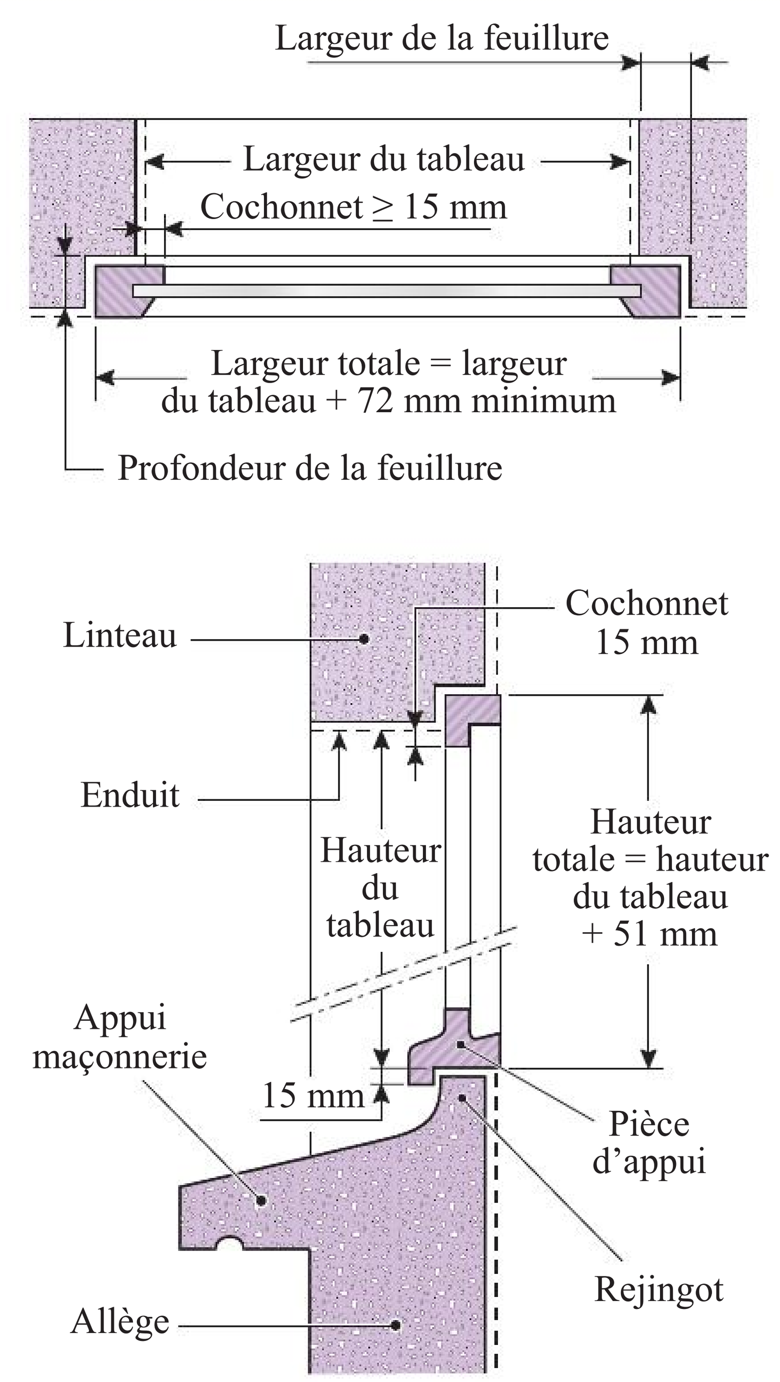
Selon l'épaisseur du mur, la fenêtre se place dans un ébrasement plus ou moins profond (a), en feuillure sur le nu intérieur de la maçonnerie brute pour permettre un enduit minimum de 10 mm (b) ou en applique sur le parement intérieur du mur pour les constructions légères (c). Le nombre et l'espacement des fixations sont déterminés en fonction des efforts admissibles, en respectant un espacement maximal de 800 mm entre chaque point de fixation.



Emplacement des fixations du dormant



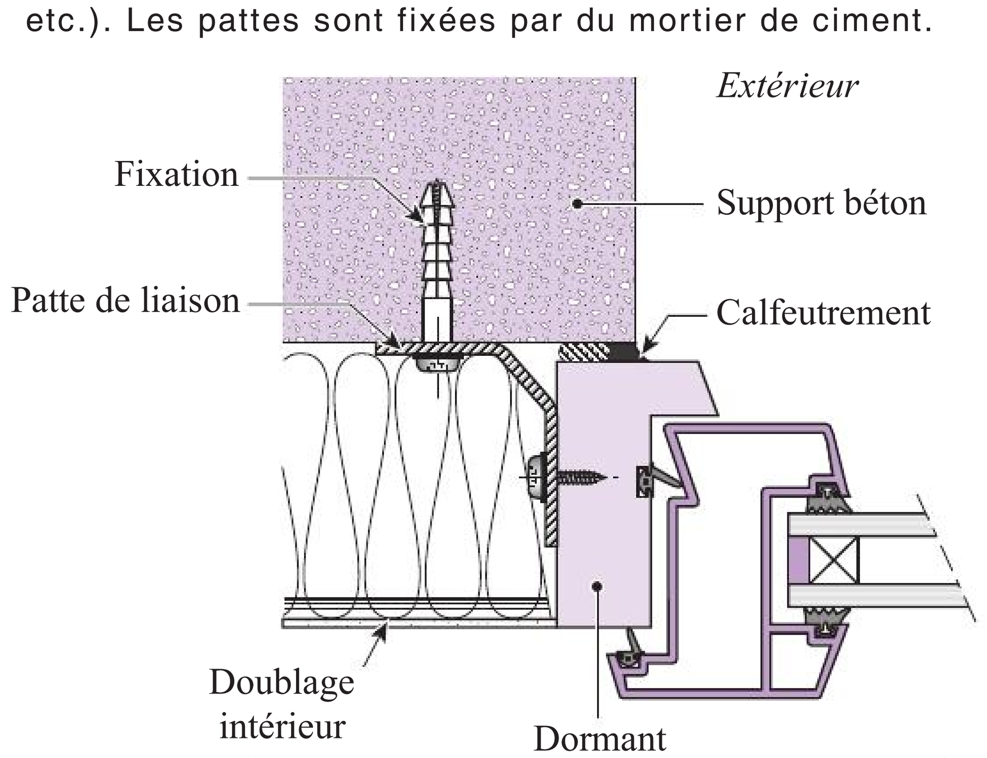
Position des croisées



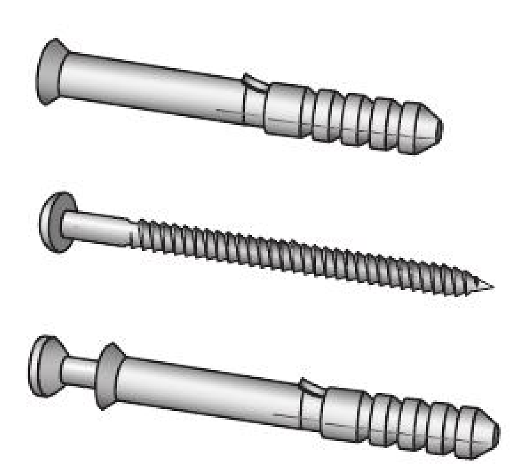
Croisée en feuillure (coupes)

Scellement des menuiseries

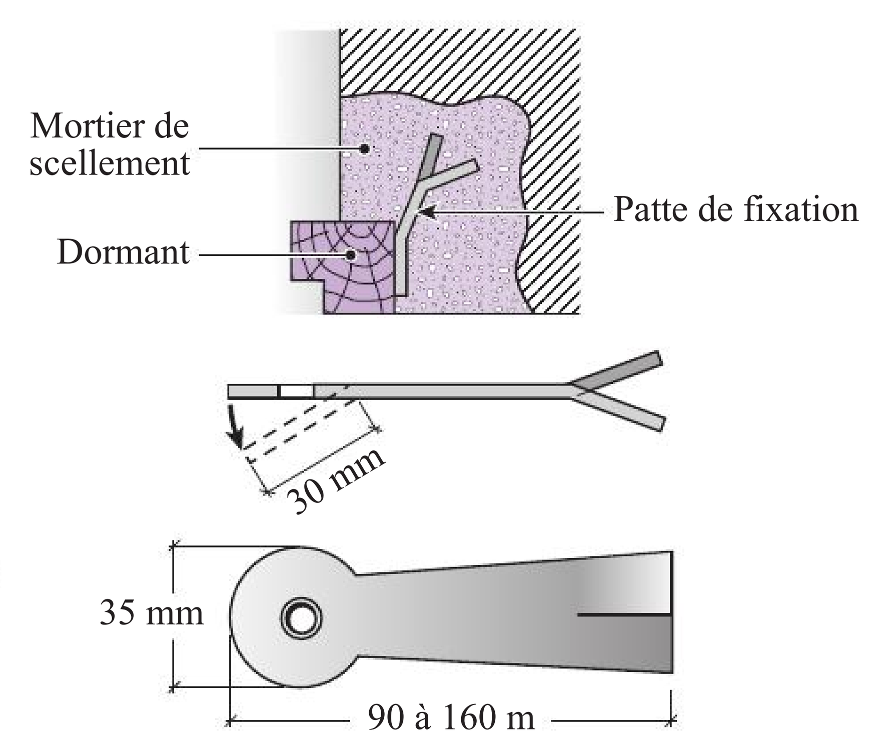
La partie fixe des croisées est rendue solidaire du gros œuvre par un scellement direct qui peut s'effectuer par voie sèche ou par voie humide. La voie sèche (a) concerne les matériaux pleins de forte densité (béton, par exemple). Les pattes de fixation sont généralement fixées dans le gros œuvre à l'aide de vis et de chevilles à expansion (b). La voie humide (c) s'applique à tous les types de maçonnerie (parpaings, briques, etc.). Les pattes sont fixées par du mortier de ciment.



a Fixation par voie sèche



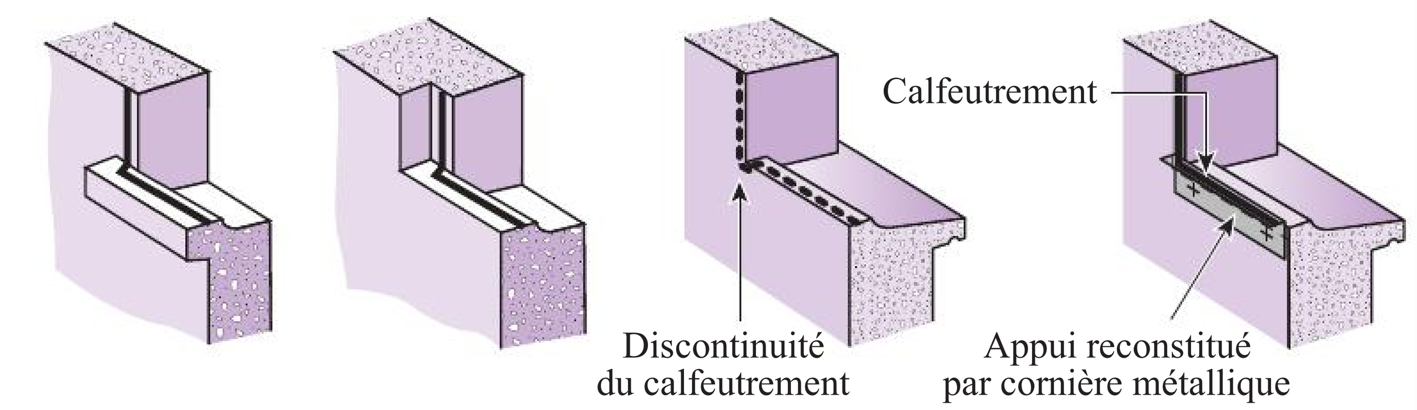
b Vis et cheville pour fixation par voie sèche



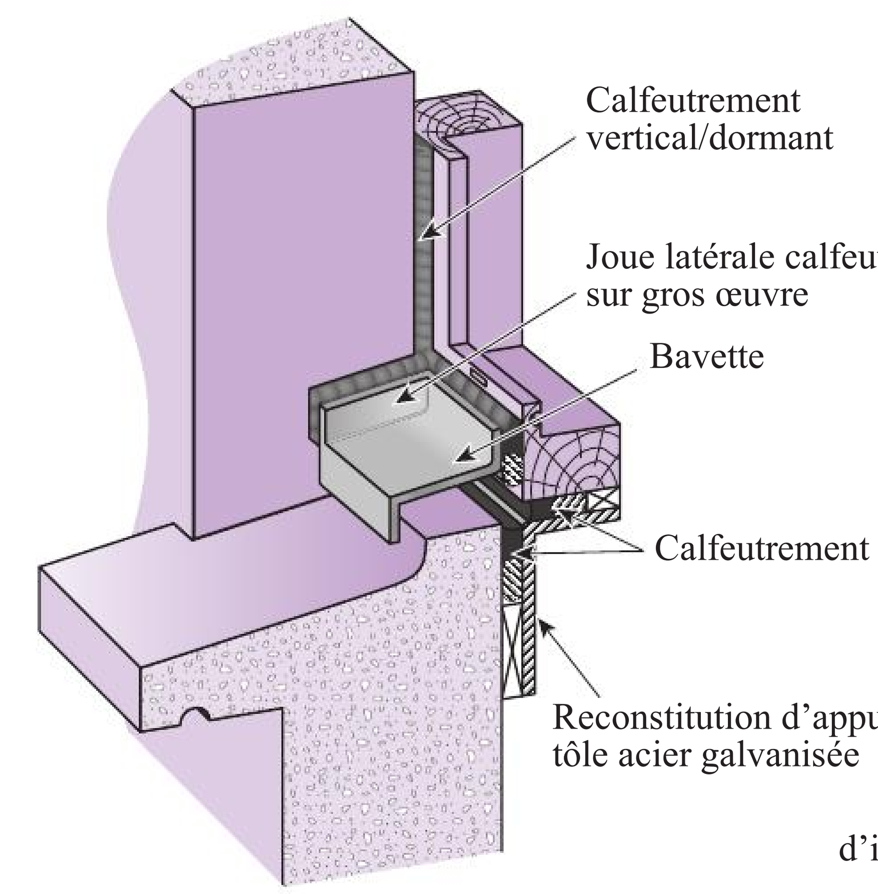
c Fixation par voie humide

Calfeutrement de la traverse basse

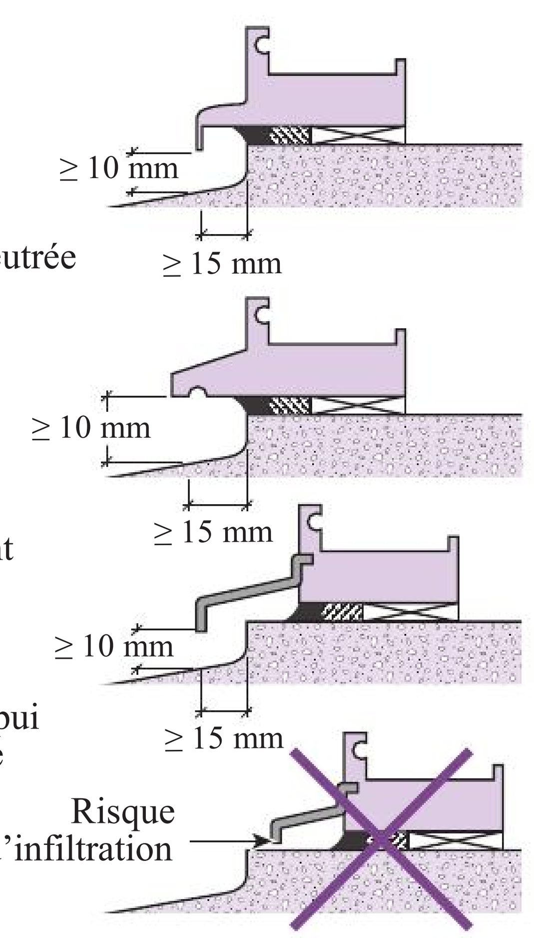
Les appuis en béton comportent un rejingot sur lequel reposent la traverse basse de la menuiserie et son calfeutrement. La sous-face de la traverse basse des dormants ou pièces d'appui doit présenter une surface plane d'une largeur suffisante permettant la mise en place de la garniture d'étanchéité.



Rejingot en applique — **Rejingot en applique avec feuillure** — **Reconstitution d'appui**



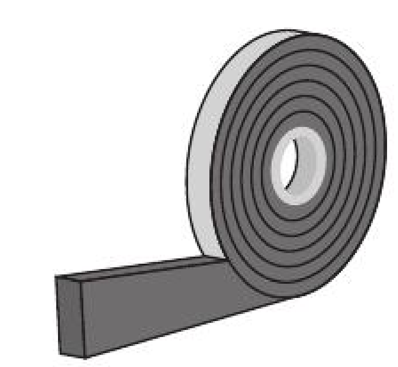
Calfeutrement avec bavette rapportée sur reconstitution d'appui



Calfeutrement de la traverse basse

Produits de calfeutrement

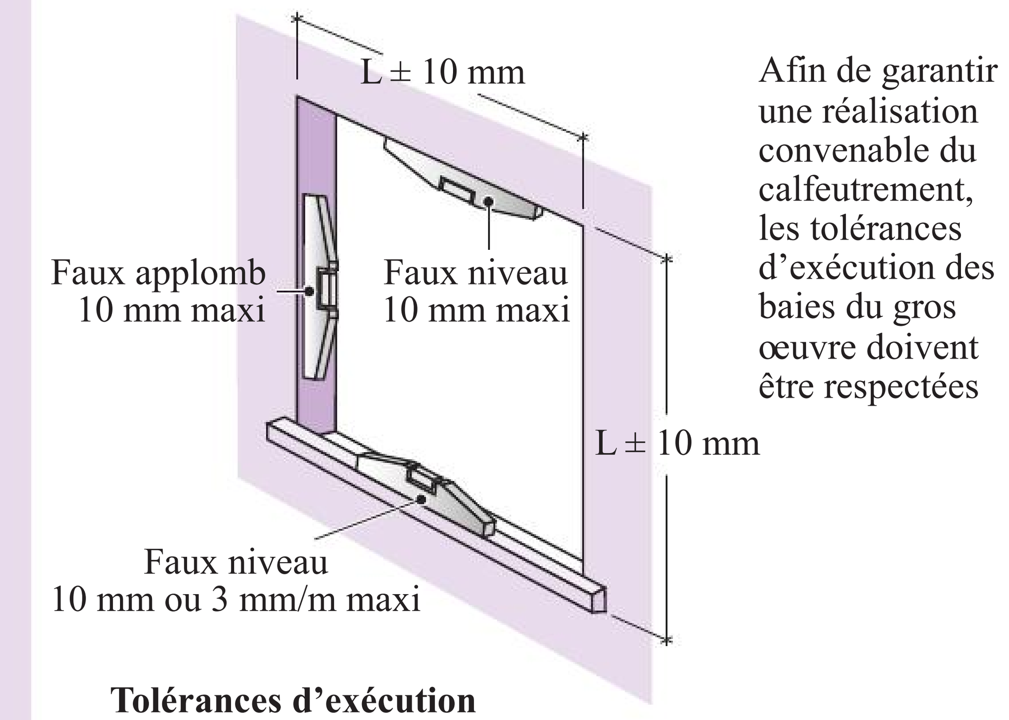
Trois types de produits sont utilisables pour la réalisation des calfeutrements :
- le mastic de construction qui présente des caractéristiques d'adhésivité et de déformation lui permettant d'assurer durablement l'étanchéité du calfeutrement ;
- la mousse imprégnée de classe 1, disponible en différentes sections, livrée comprimée et se décomprimant lors de la pose ;
- la membrane d'étanchéité souple, constituée de bitume modifié sur armature de fibres de verre ou d'EPDM ; elle peut être autocollante ou nécessiter un encollage.



Rouleau de mousse précomprimée



Cartouche de mastic et sa pompe

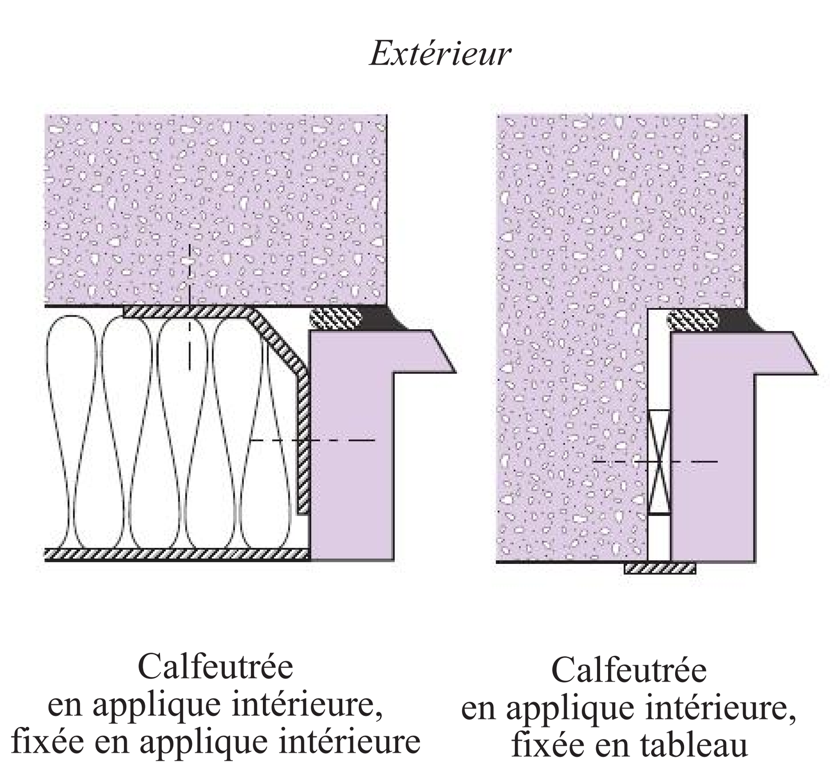


Afin de garantir une réalisation convenable du calfeutrement, les tolérances d'exécution des baies du gros œuvre doivent être respectées

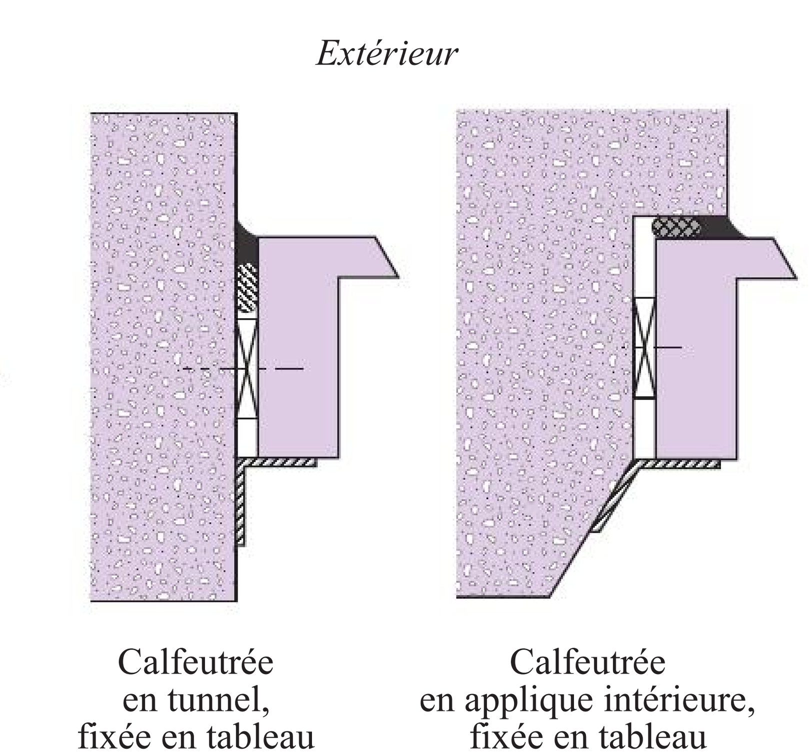
Tolérances d'exécution des baies de gros œuvre

Calfeutrement des montants et des traverses

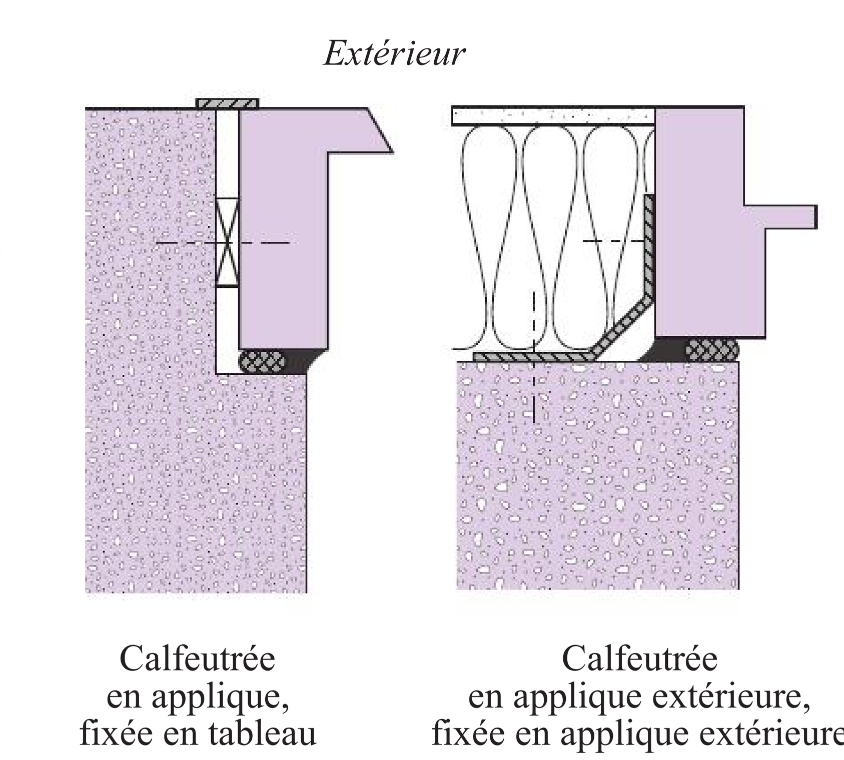
Le calfeutrement est défini en fonction de son emplacement par rapport au mur et en fonction de la position de la fenêtre par rapport au mur :
- côté intérieur (a) : fenêtre située vers le plan intérieur du mur ou de son doublage intérieur (cas le plus courant) ;
- en tableau ou en embrasure (b) : fenêtre située entre les tableaux dans l'épaisseur du mur ;
- côté extérieur (c) : fenêtre située sur le plan extérieur du mur.



a Fenêtre côté intérieur



b Fenêtre en tableau ou en embrasure



c Fenêtre côté extérieur

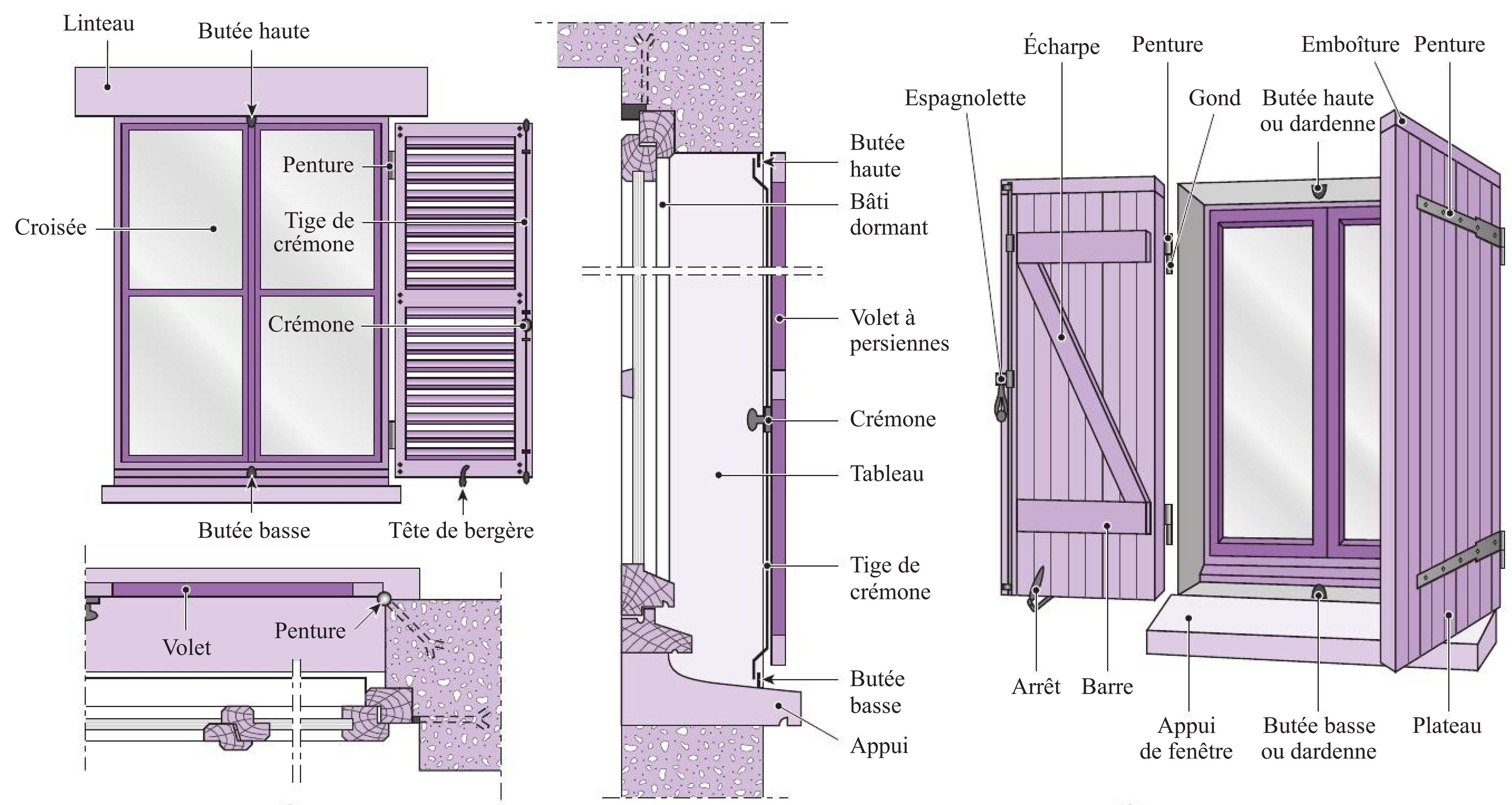
Comment ça marche

Volets et fermetures des fenêtres

Les termes « volets » ou « fermetures » rassemblent les produits menuisés qui concourent à l'occultation, à la protection solaire et à la protection contre l'effraction. Cette dernière fonction est particulièrement importante pour les fenêtres et portes-fenêtres situées au rez-de-chaussée des immeubles et des maisons individuelles. Les matériaux utilisés peuvent être le bois, le PVC, un alliage d'aluminium ou l'acier.

Vocabulaire du volet

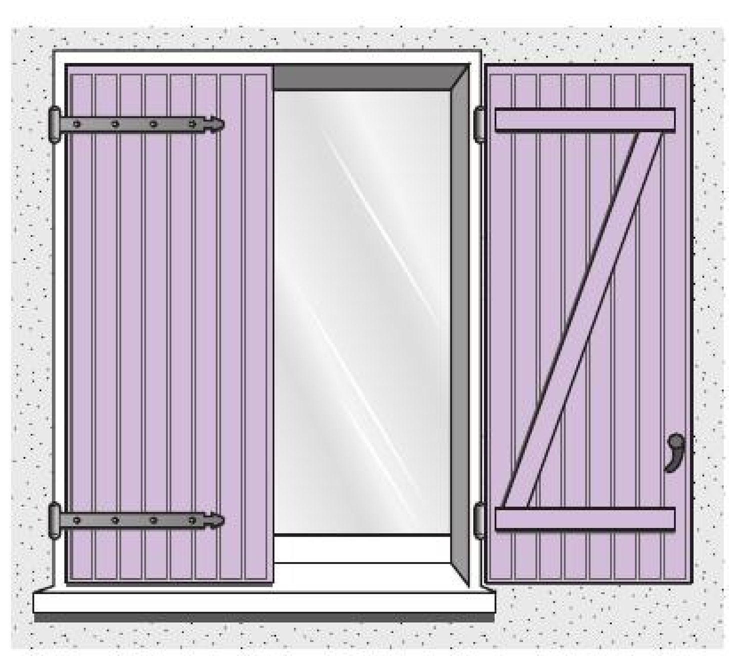
Exemples de volets battants en bois persienné ajouré (a) et à barres et écharpes (b), articulés par pentures et gonds sur le gros œuvre ; une fermeture par crémone ou espagnolette sur les butées hautes et basses peut les équiper.



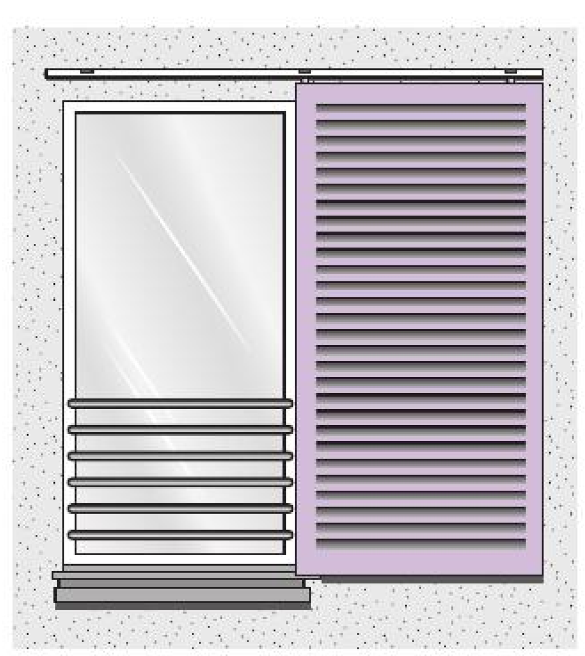
a Volet battant à persiennes **b** Volet à barres et écharpes

Types de volets

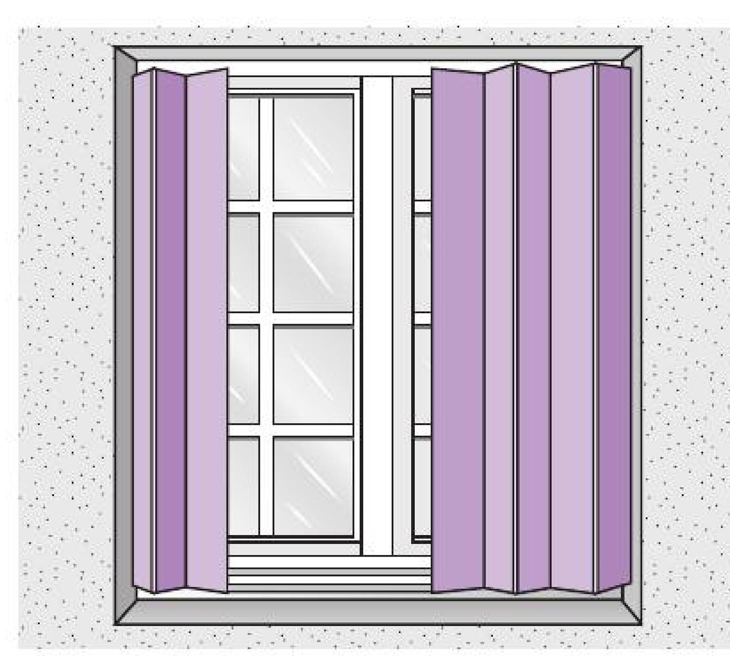
Les volets sont manœuvrés manuellement, avec ou sans ressort de compensation. Ils peuvent être :
- battants (a) : constitués d'un ou plusieurs vantaux en bois, en PVC ou en aluminium, s'ouvrant et se rabattant par rotation ;
- coulissants (b) : constitués d'un ou plusieurs vantaux en bois, en PVC ou en aluminium se refermant par translation sur des rails ;
- repliables ou en accordéon (jalousies et persiennes) (c) : constituées de plusieurs vantaux en bois, en PVC, en aluminium ou en acier, dont le mouvement s'effectue par repli sur le tableau. Les persiennes coulissantes sont également nommées jalousies.



a Volets battants



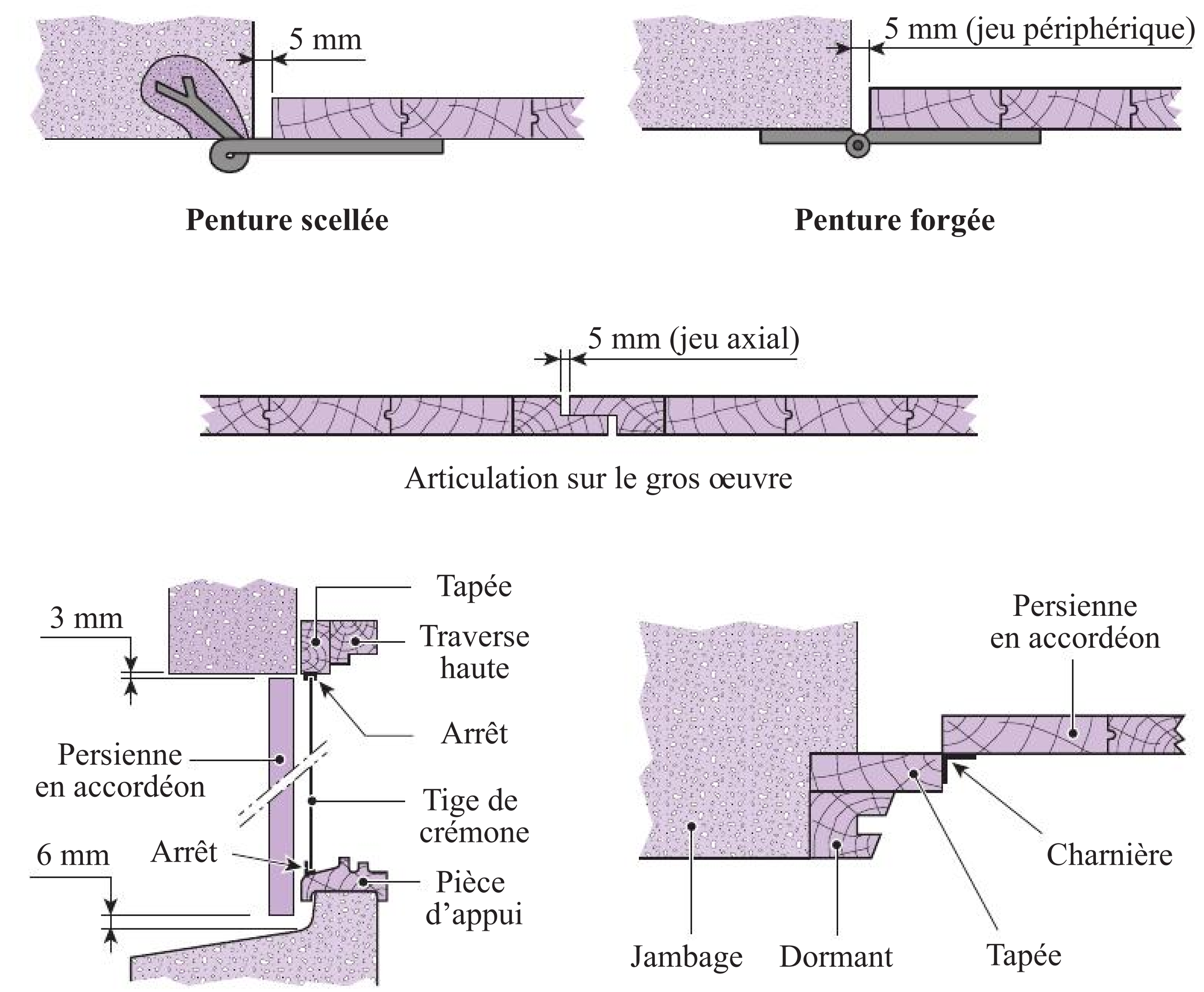
b Volet coulissant



c Persienne et jalousie

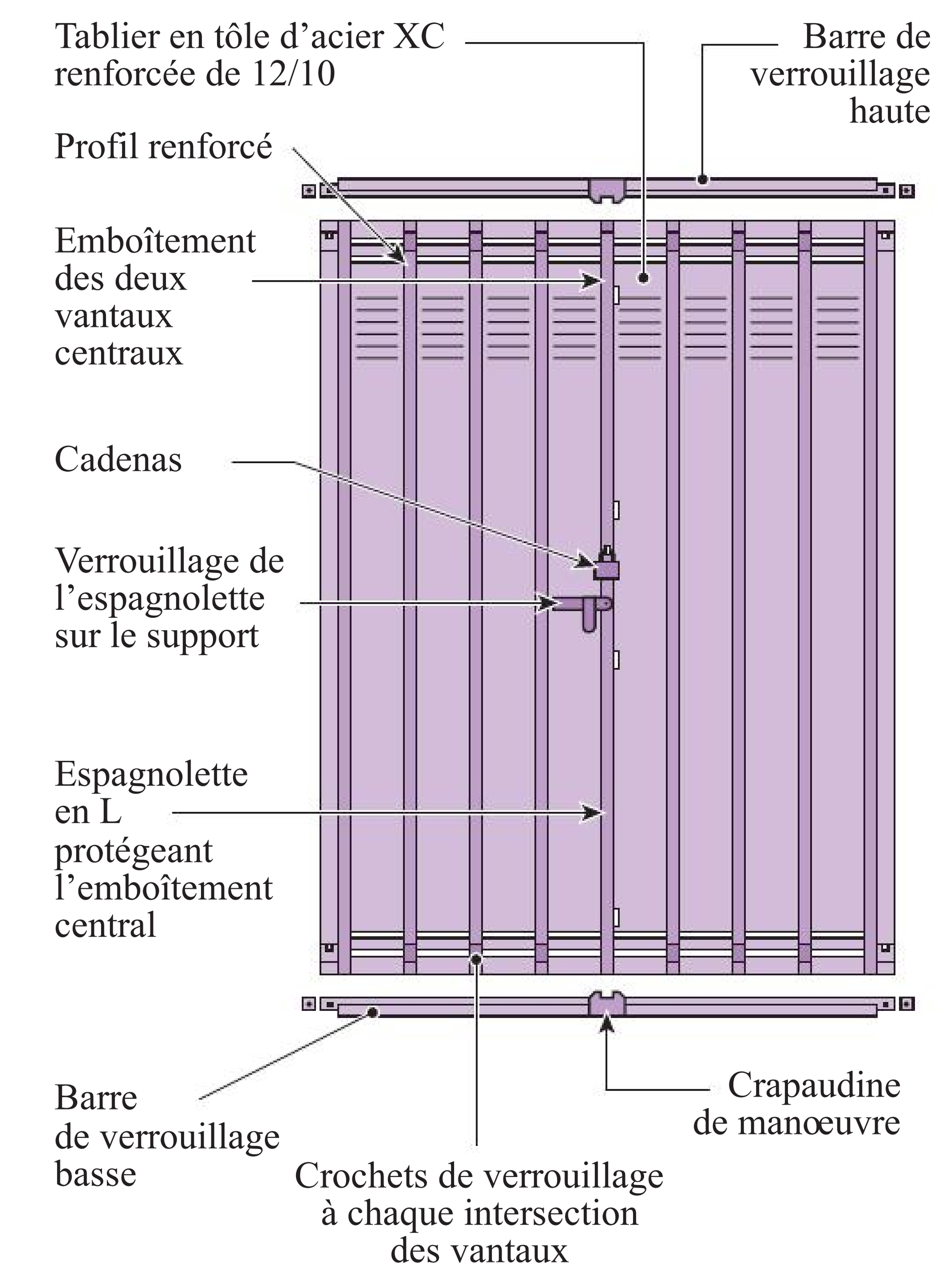
Fermeture par rotation

Les vantaux de fermeture peuvent être articulés sur des tapées ou directement sur le gros œuvre, au moyen de pentures à gonds. La mobilité des vantaux placés dans une baie réclame un jeu périphérique et axial de 5 mm. Les butées de fermeture hautes et basses sont positionnées en fonction des vantaux et de l'espagnolette.



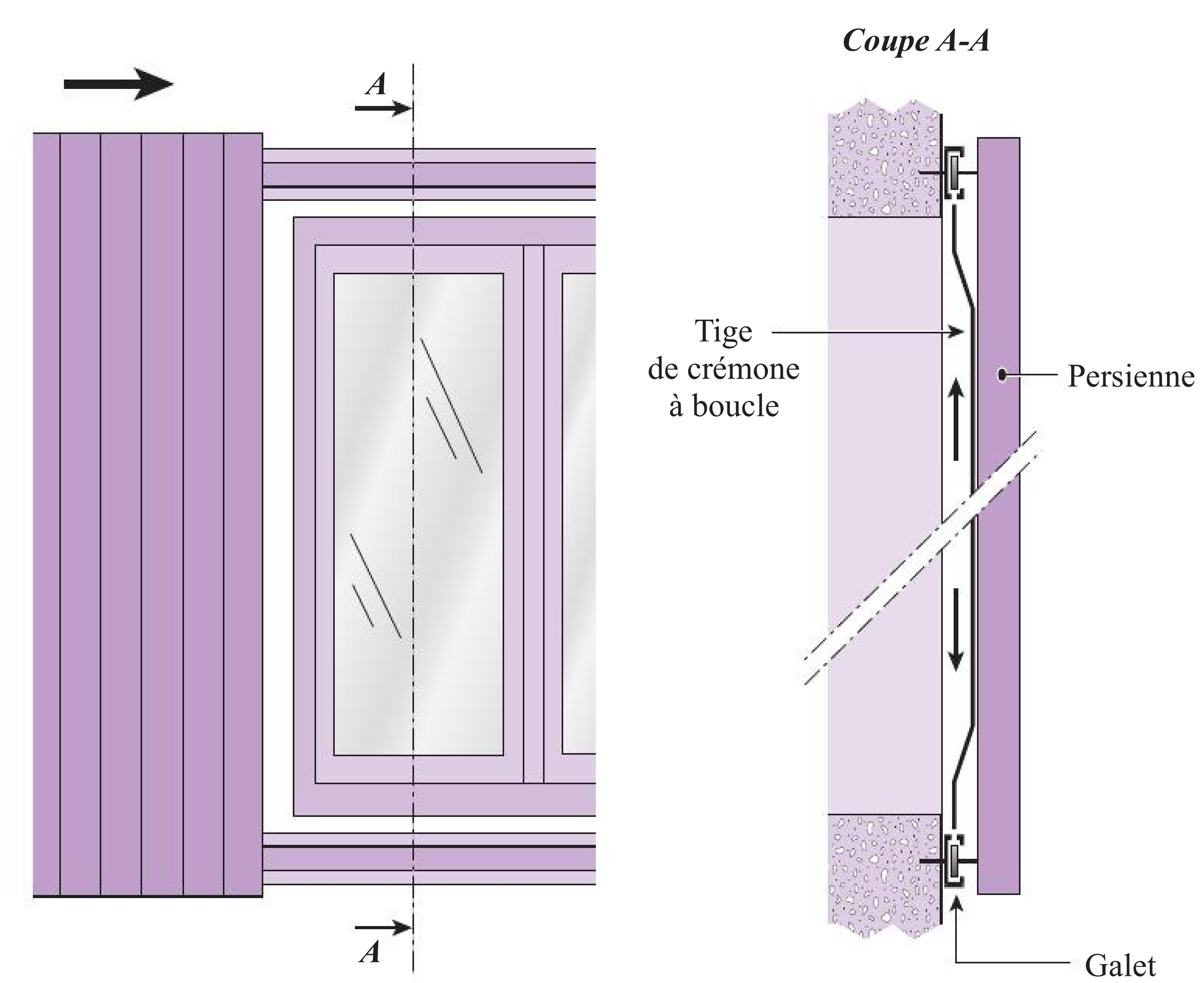
Persiennes métalliques

Les persiennes métalliques offrent un bon degré de résistance à l'effraction (≥ 5 minutes).



Fermeture par translation

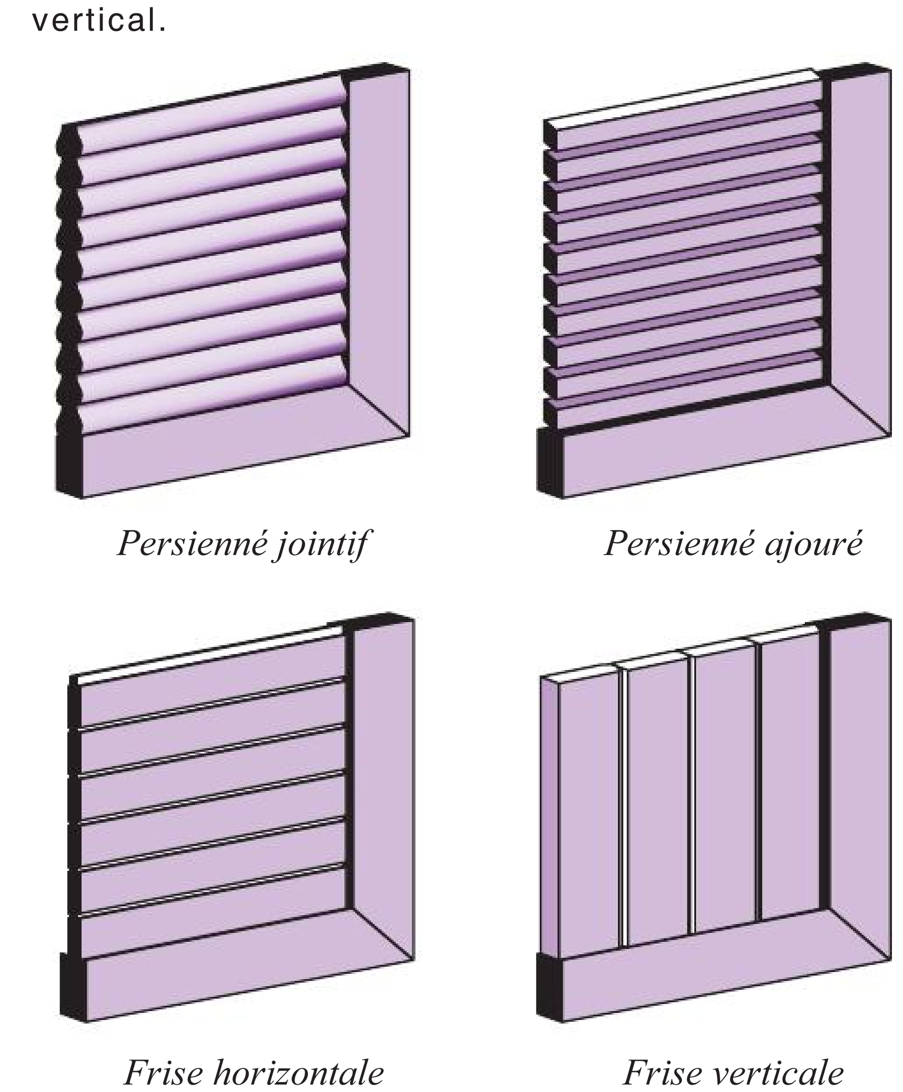
Les rails supérieur et inférieur sur lesquels circulent des galets en PVC sont scellés dans la maçonnerie ou fixés sur des tapées. Les arrêts des volets sont vissés en haut et en bas dans l'axe de la crémone.



Volet coulissant

Garnissage des volets

Le garnissage des volets doit permettre l'évacuation du ruissellement des eaux de pluie. Il peut être persienné jointif, persienné ajouré, horizontal ou vertical.



Exemples de garnissage de volets battants en bois ou en PVC

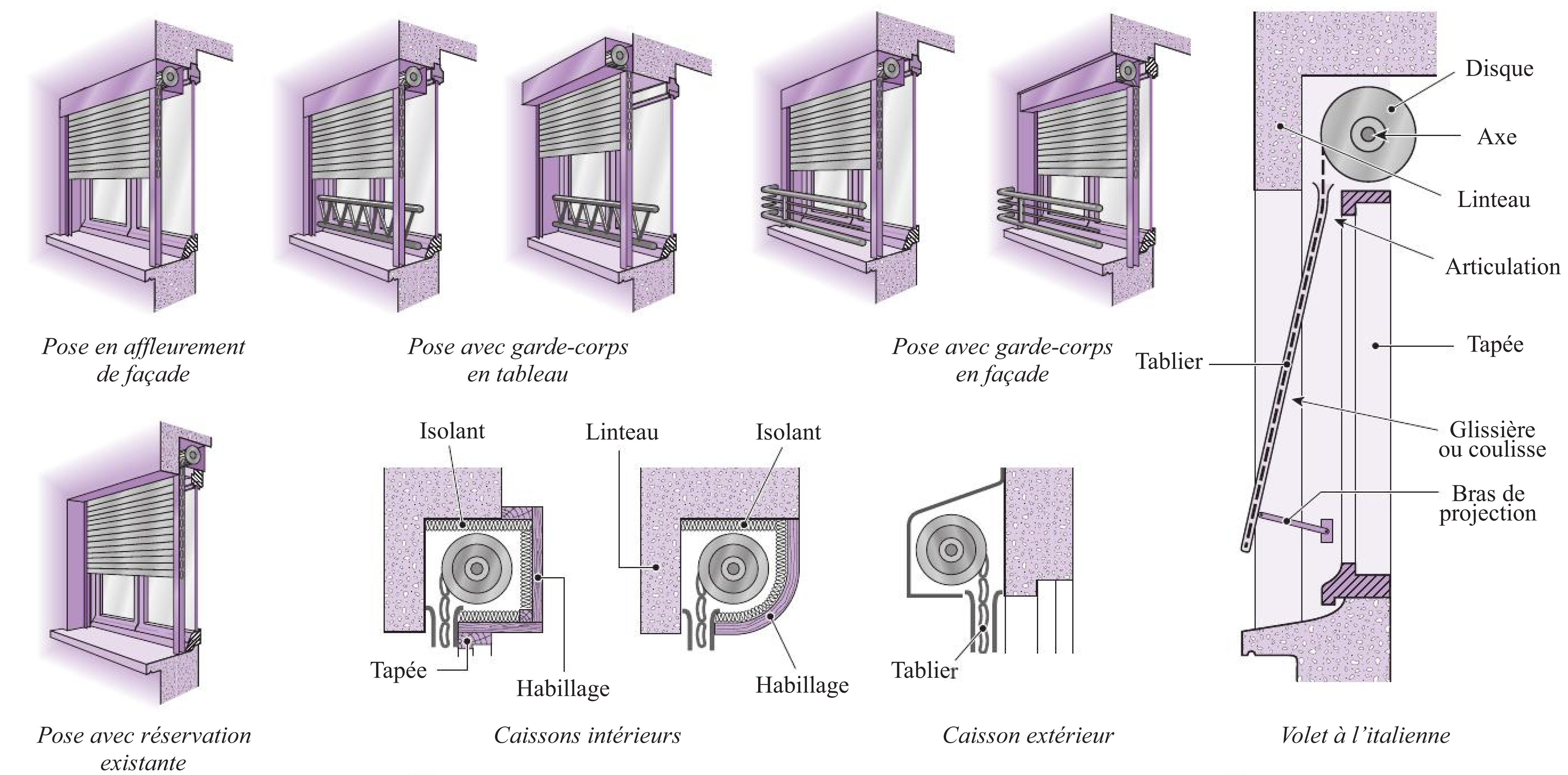
Comment ça marche

Volets roulants

Le volet roulant permet de se protéger de la lumière extérieure, de protéger les menuiseries des intempéries et d'améliorer l'isolation des ouvertures. Le tablier, partie la plus visible du volet roulant, est constitué d'une succession de lames reliées les unes aux autres. Il monte ou descend en s'enroulant autour d'un axe, ou tambour. Le tablier enroulé sur son axe et protégé par un coffre se déroule en suivant 2 rails ou coulisses, situés de part et d'autre de la baie.

Dispositions constructives

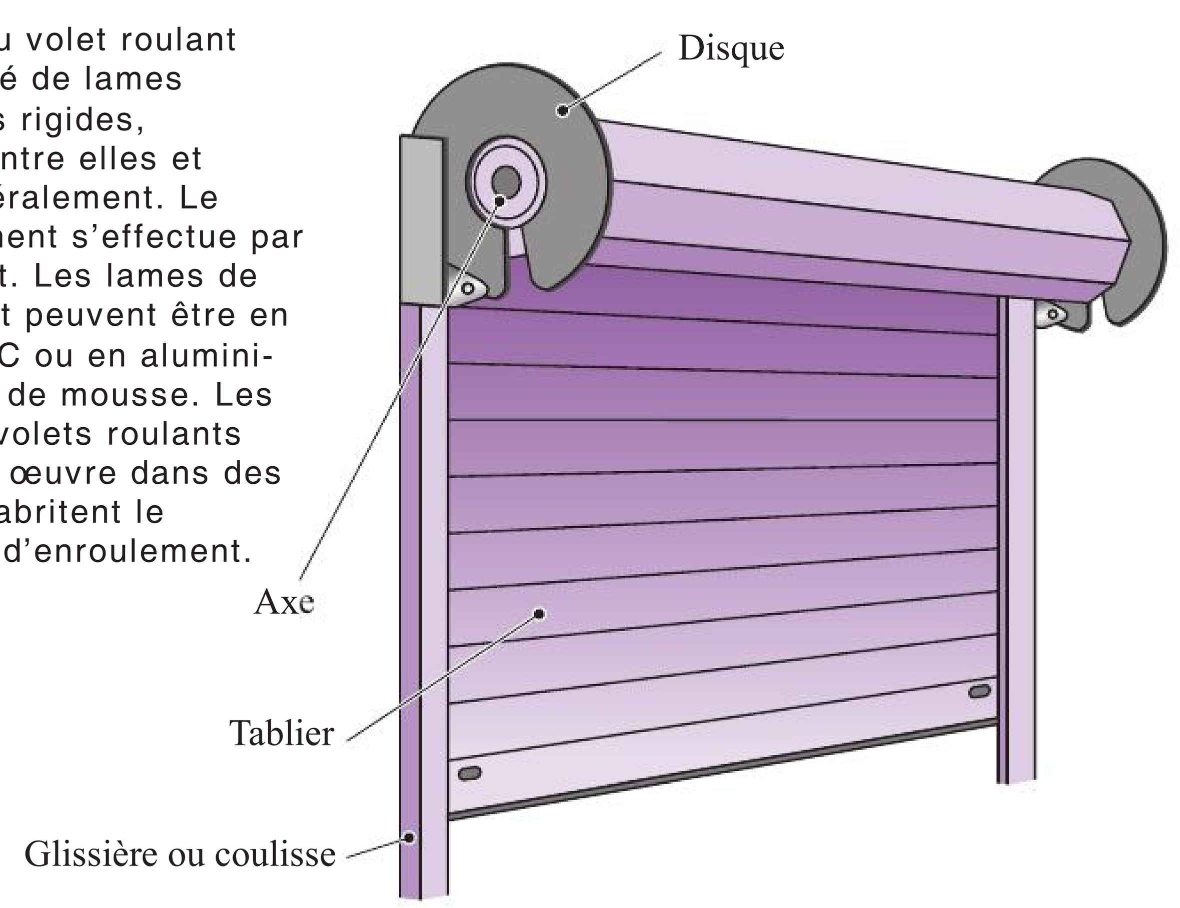
Les glissières latérales dans lesquelles le tablier coulisse sont fixées sur les tapées ou sur les tableaux. Le caisson qui habille l'axe de rotation est en bois, en métal ou en PVC. Il peut être placé à l'intérieur de la pièce, dans l'épaisseur du mur ou en saillie sur la façade. Le caisson doit être revêtu intérieurement d'un isolant pour éviter les pertes de chaleur (a). La projection à l'italienne des volets roulants (b) implique des glissières articulées et deux bras de projection pour en assurer l'ouverture et la fermeture.



a Position et isolation du caisson **b** Projection à l'italienne

Tablier

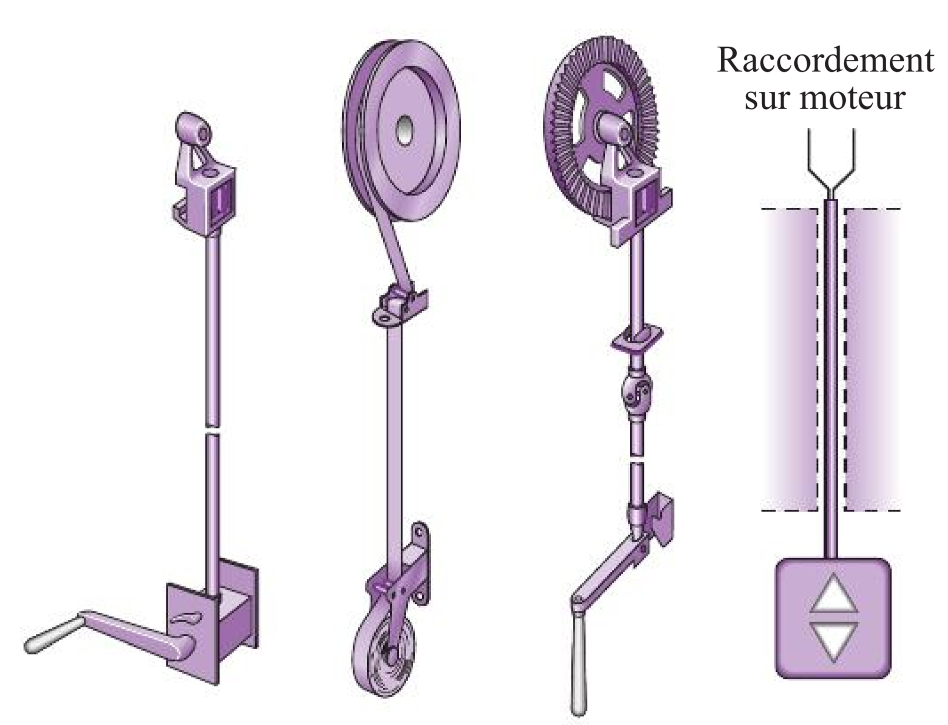
Le tablier du volet roulant est constitué de lames horizontales rigides, articulées entre elles et guidées latéralement. Le fonctionnement s'effectue par enroulement. Les lames de volet roulant peuvent être en bois, en PVC ou en aluminium injectés de mousse. Les tabliers de volets roulants sont mis en œuvre dans des coffres qui abritent le mécanisme d'enroulement.



Tablier de volet roulant

Manœuvre des volets roulants

Un disque, fixé au bout de l'axe de rotation, permet d'actionner le tablier au moyen d'une sangle, d'un câble, d'une manivelle ou d'un treuil électrique.

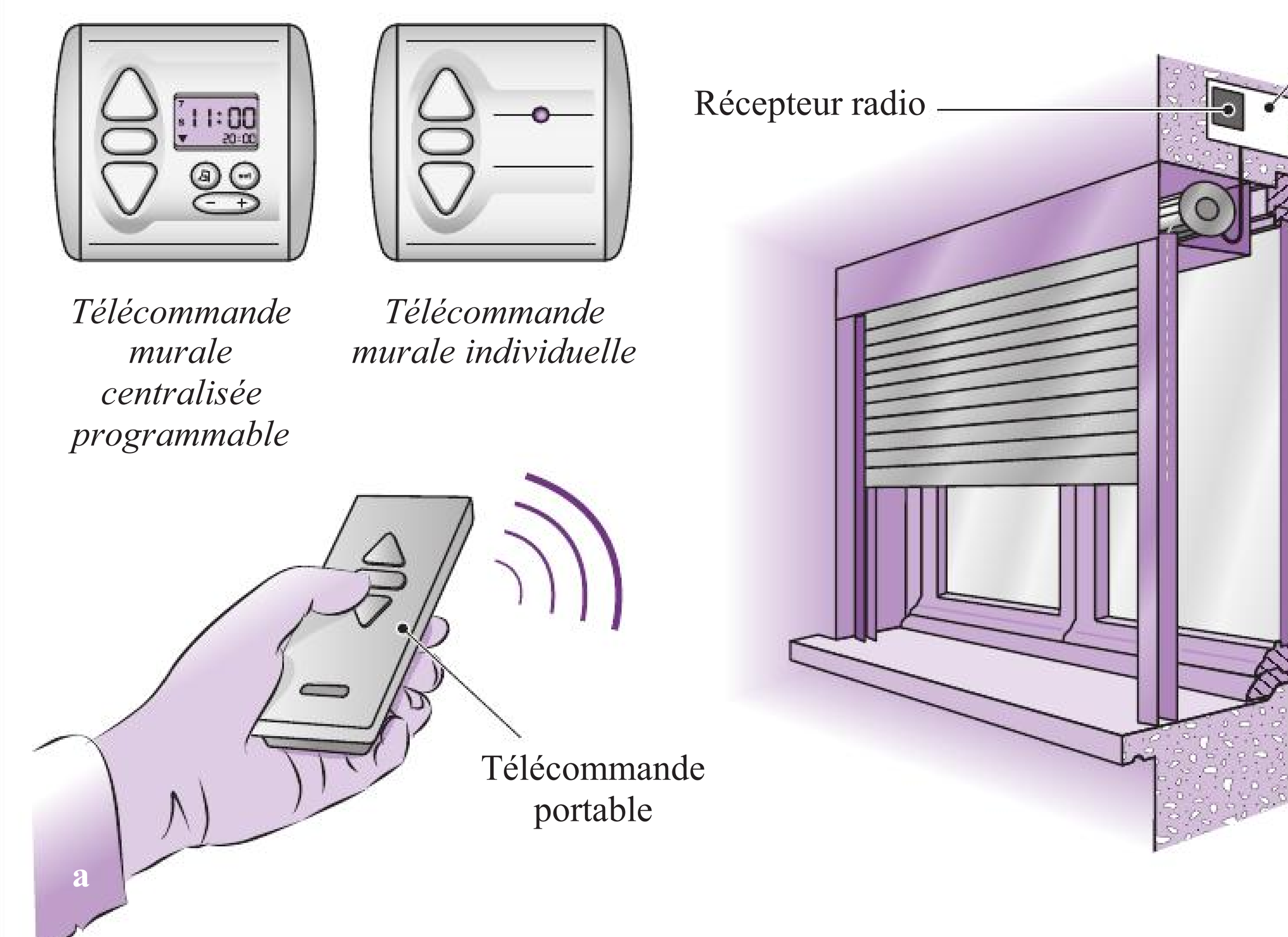


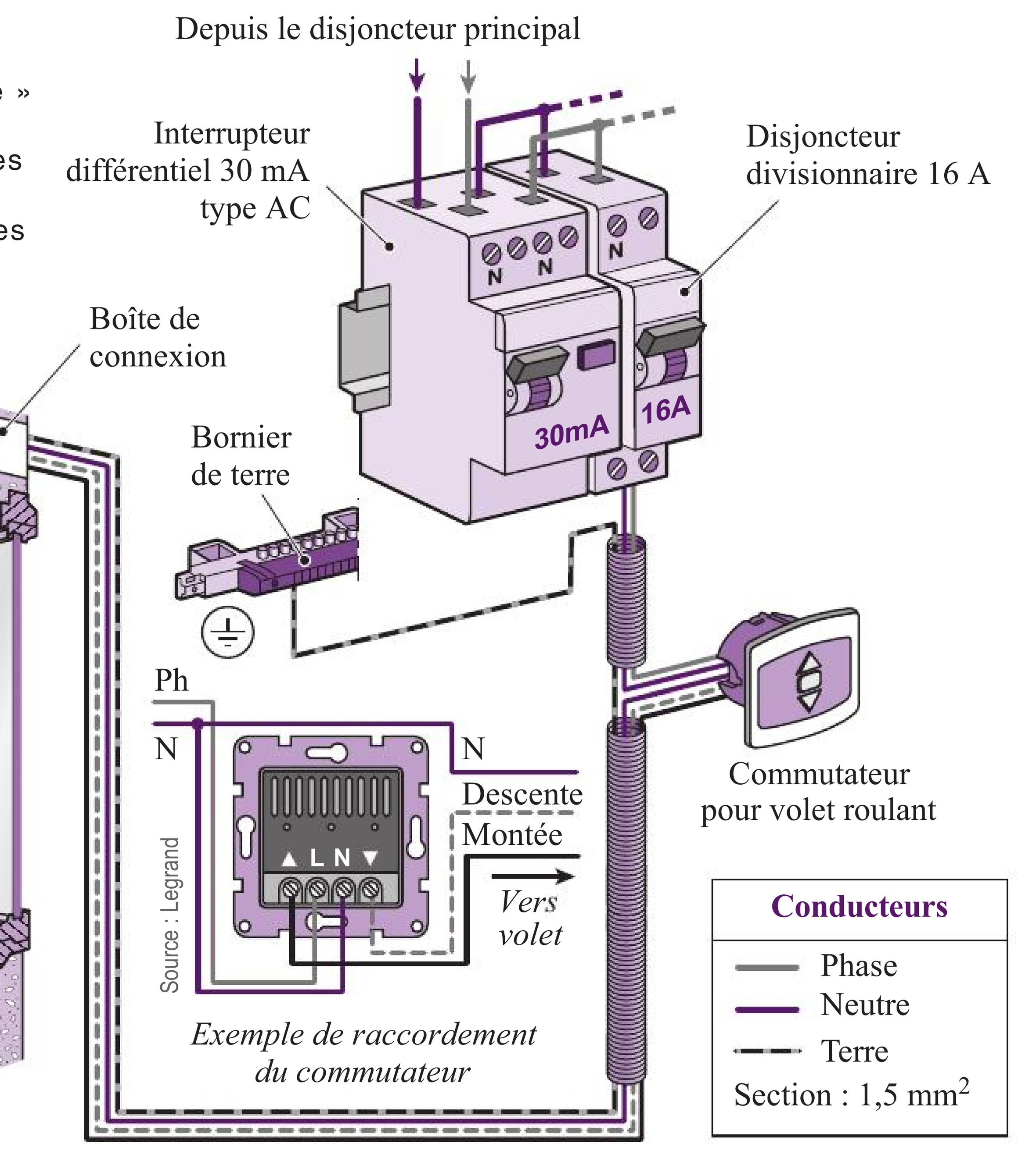
À treuil encastré **À sangle** **À tringle oscillante** **À commande électrique**

Commande électrique

Les volets roulants électriques peuvent être :
- télécommandés par ondes radio (a) ;
- commandés par un commutateur à trois positions « montée/stop/descente » ou un poussoir double (b).

Les systèmes à ondes radio composés de télécommandes portables ou fixes permettent la commande individuelle de chaque volet. Une télécommande centralisée permet une gestion automatisée des volets en fonction de plages horaires préenregistrées.

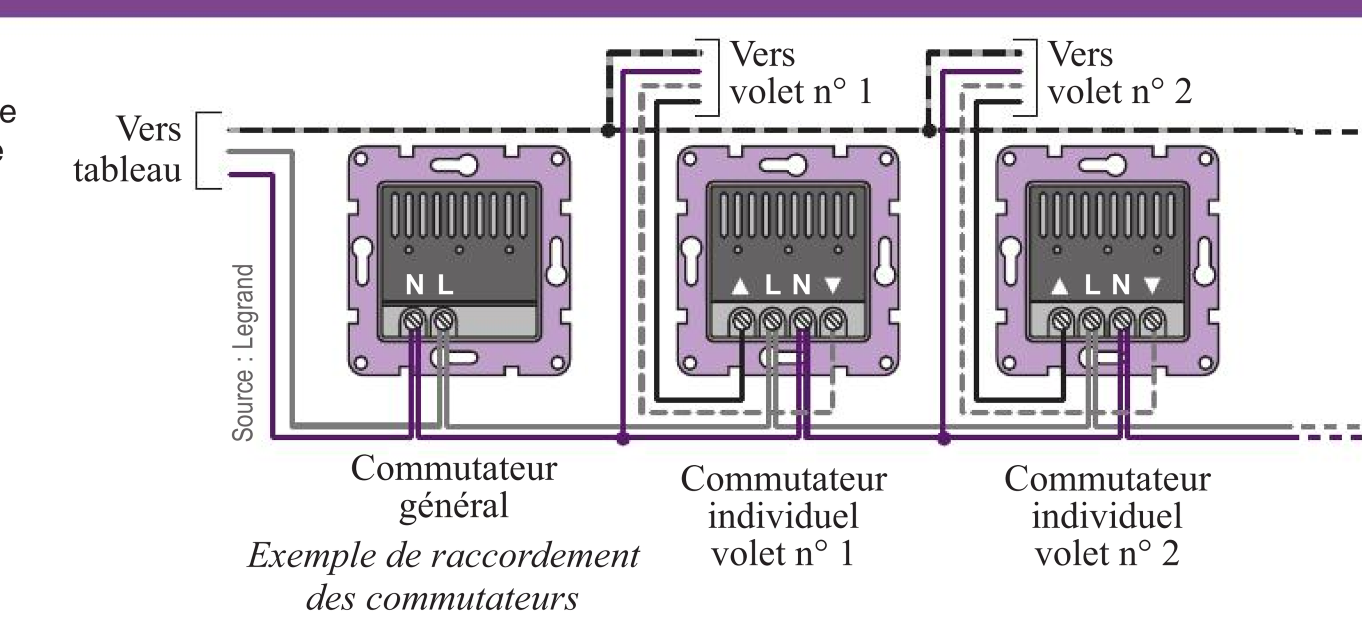


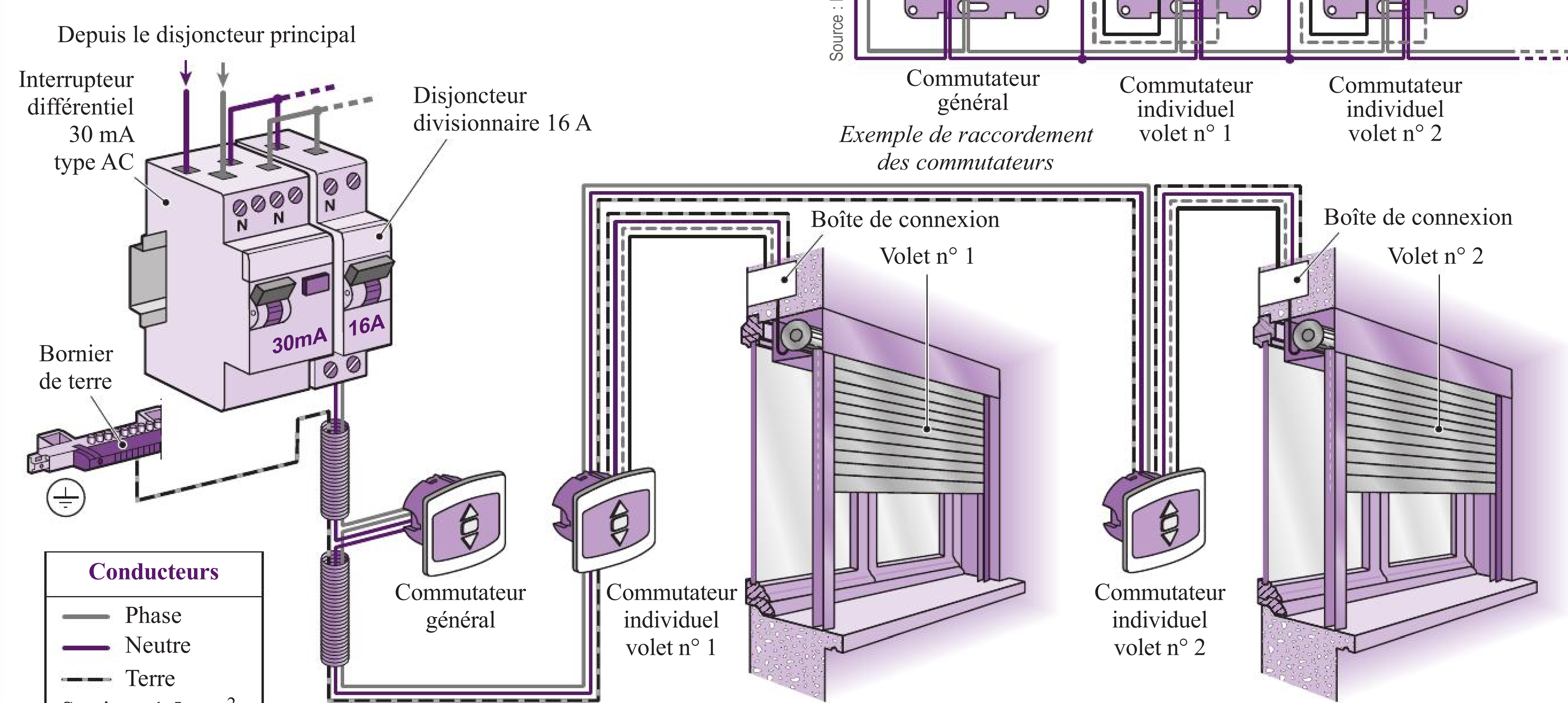


a Télécommande par ondes radio **b** Commande par un commutateur à trois positions

Commande par courant porteur

Un système de commande par courant porteur permet d'ajouter simplement et rapidement sur un circuit une commande centralisée reliée par seulement deux fils (phase et neutre). Certains commutateurs possèdent deux entrées auxiliaires pouvant recevoir des ordres par contact sec (capteur d'ensoleillement, anémomètre, etc.).





Commande par courant porteur

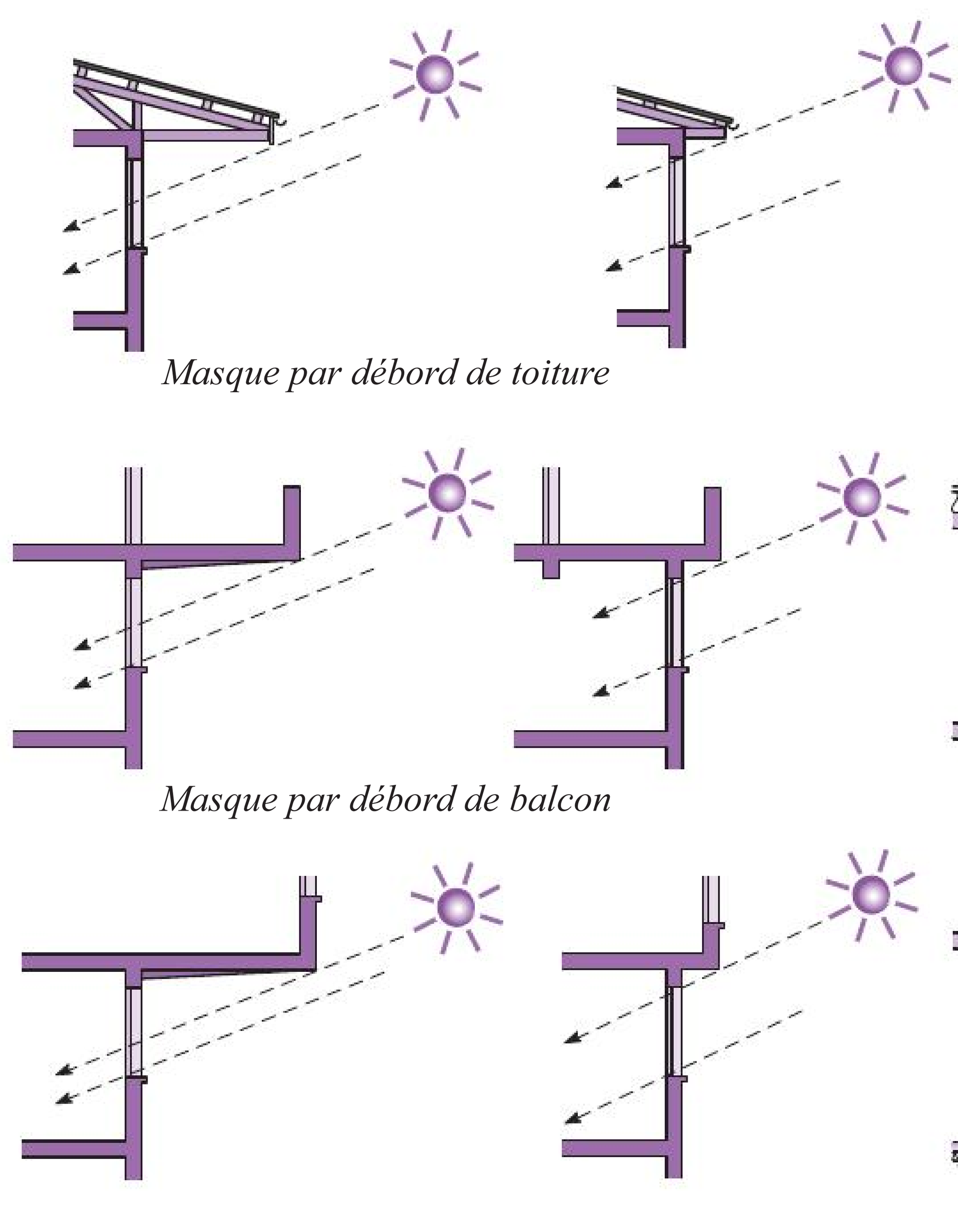
Comment ça marche

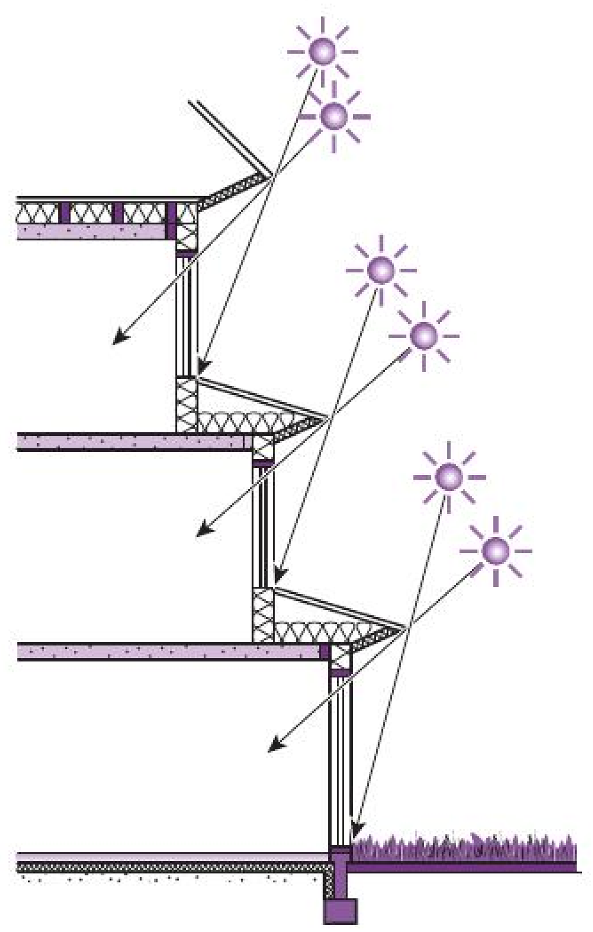
Stores et protections solaires

Les stores apportent une protection efficace contre le soleil et les UV. Ils protègent donc de la chaleur et de la luminosité, mais également de l'humidité et de la pluie. Ils s'installent à l'extérieur ou à l'intérieur, sur des baies vitrées, des fenêtres, des terrasses ou des balcons. Ils sont commandés manuellement ou sont motorisés et asservis à des capteurs d'humidité, de température, d'ensoleillement et de vitesse du vent.

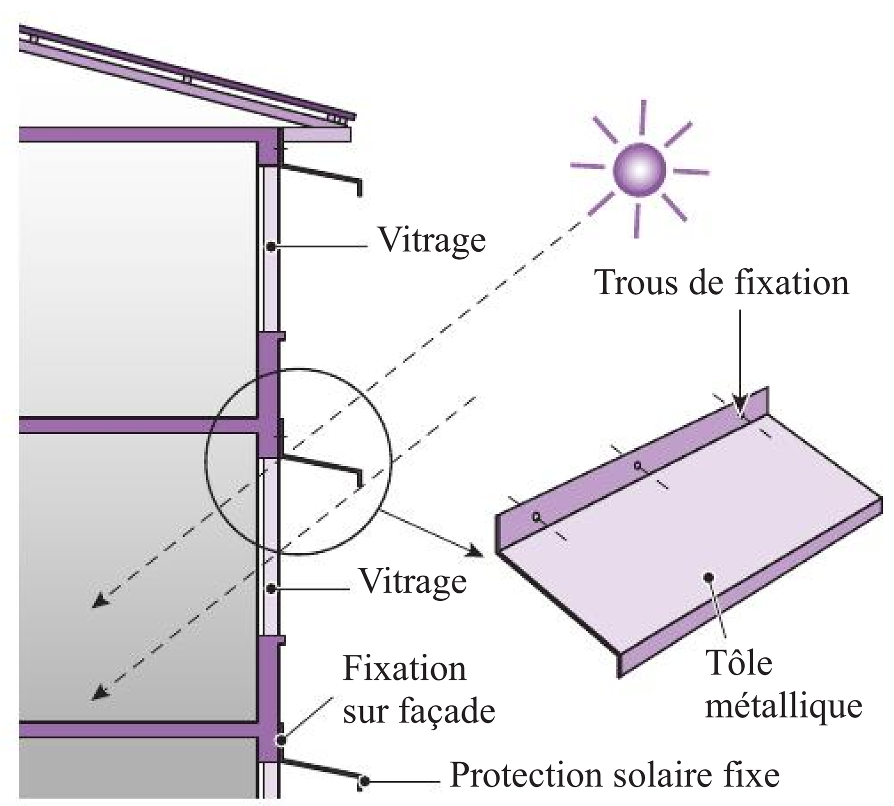
Masques architecturaux et protections solaires fixes

Les masques architecturaux (a) permettent d'éviter la pose de stores. Ils font partie intégrante du bâtiment, le plus souvent sous forme de casquettes ou d'auvents. Ils protègent la partie supérieure des surfaces vitrées contre l'action directe du soleil. Intégrés au bâti dès l'origine, leur durabilité est plus importante que celle des masques rapportés (b), qui présentent un risque d'arrachement lors de tempêtes (prise au vent non négligeable) et nécessitent un nettoyage et un contrôle régulier des fixations.





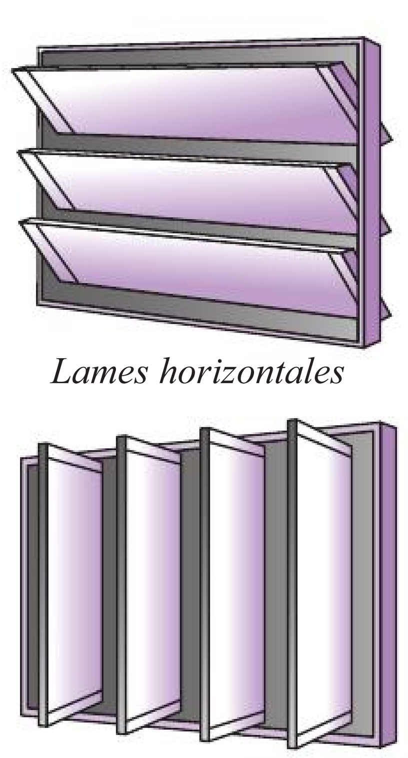
a **Masques architecturaux**



b **Exemple de protection solaire fixe rapportée**

Brise-soleil mobiles et orientables extérieurs

Ces équipements sont installés à l'extérieur d'un bâtiment pour protéger les surfaces vitrées contre l'action directe du soleil. Ils sont constitués de panneaux coulissants ou de lames brise-soleil verticales ou horizontales orientables (BSO) (a). Les lames horizontales planes, bombées ou profilées se relèvent par empilement (b).



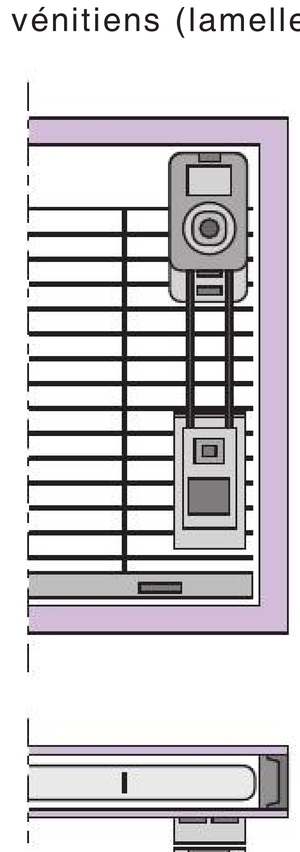
a **Brise-soleil**



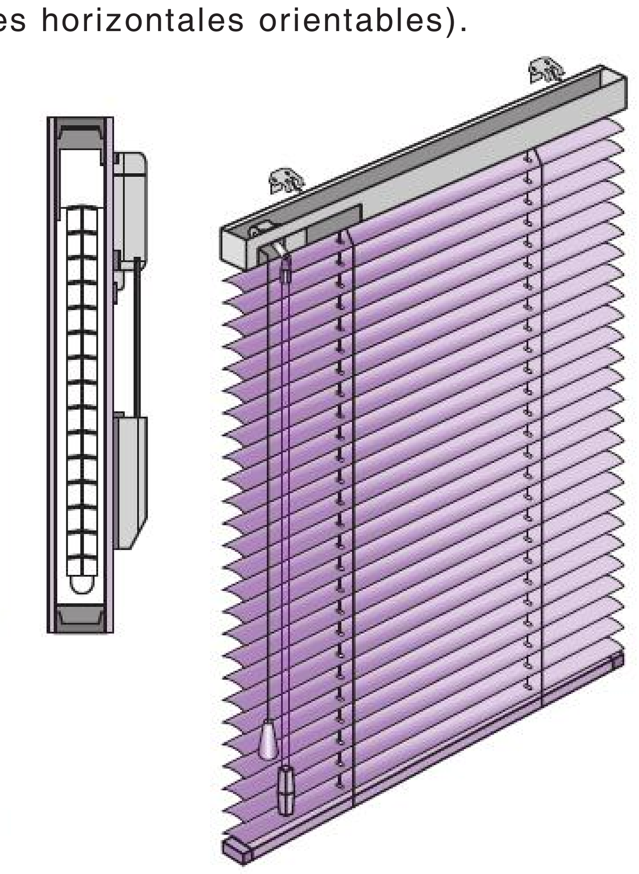
b **Brise-soleil orientable horizontal (BSO)**

Stores intérieurs

Les stores intérieurs peuvent être intégrés entre des vitrages isolants scellés dans une lame d'air (a) ou être apparents (b). Ce sont généralement des stores vénitiens (lamelles horizontales orientables).



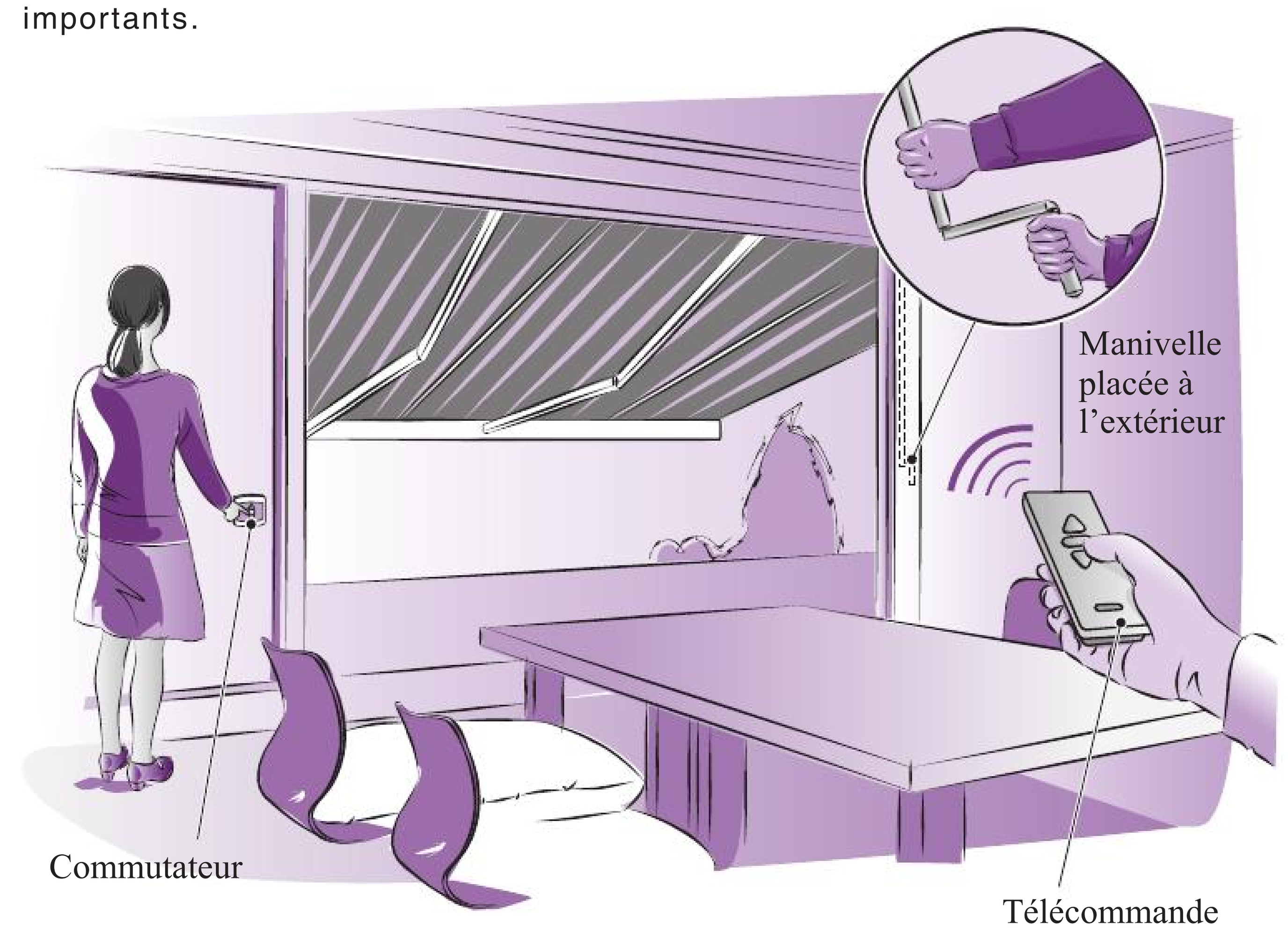
a **Store intégré**



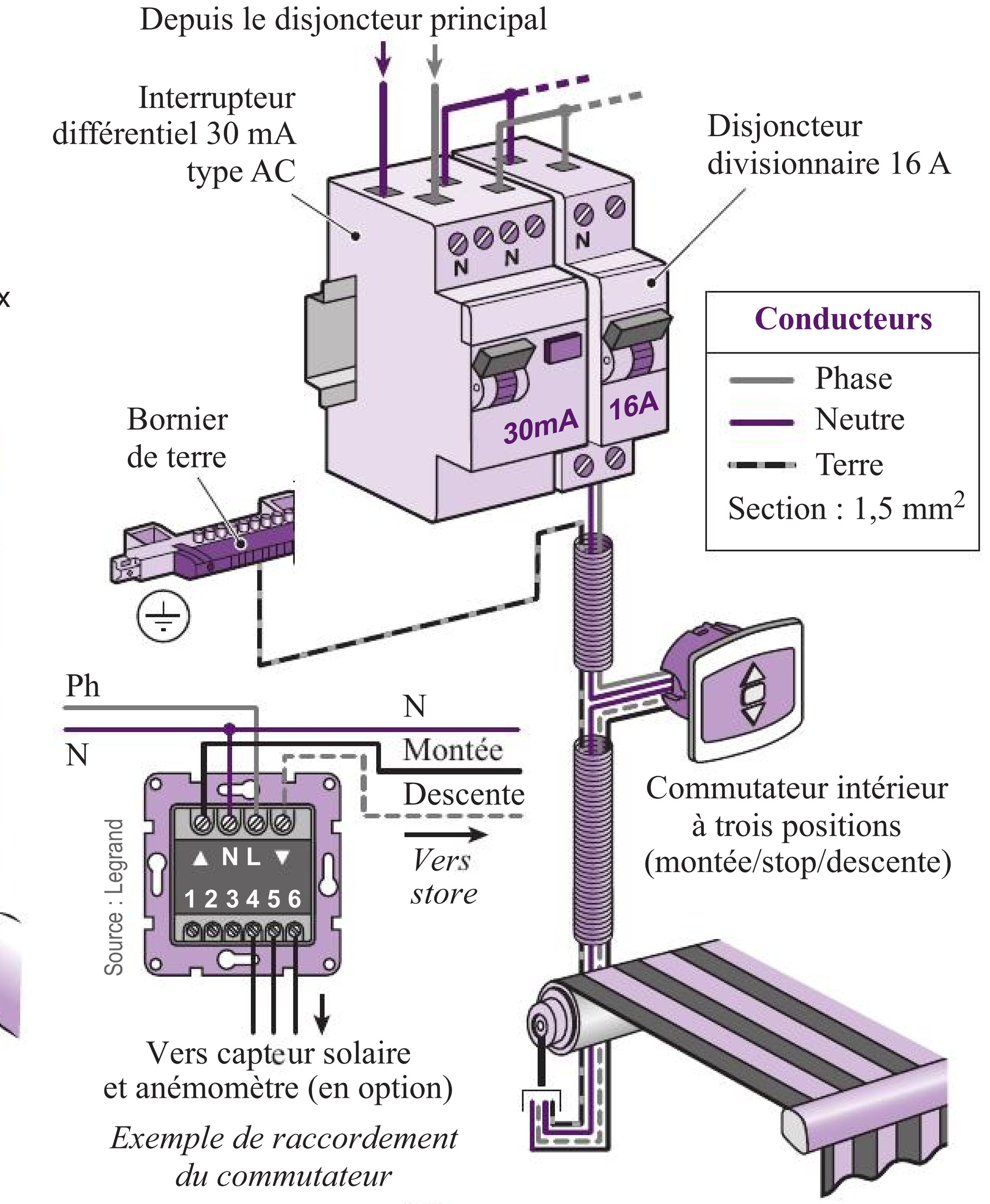
b **Store apparent**

Stores extérieurs

Les stores extérieurs ou stores bannes en toile sont manœuvrés par une manivelle. Ils peuvent être équipés d'un moteur électrique commandé par un commutateur mural à trois positions « montée/stop/descente » qui peut être installé à l'intérieur (a) ou à l'extérieur. La protection du circuit est assurée par un interrupteur différentiel 30 mA de type AC et un disjoncteur divisionnaire 16 A ou un fusible 10 A (b). La commande électrique pilote un moteur installé à l'intérieur du store, dans le tube autour duquel la toile s'enroule. Une télécommande radio (c) permet de commander un store à distance sans se déplacer ou d'automatiser un store existant sans devoir réaliser de travaux importants.



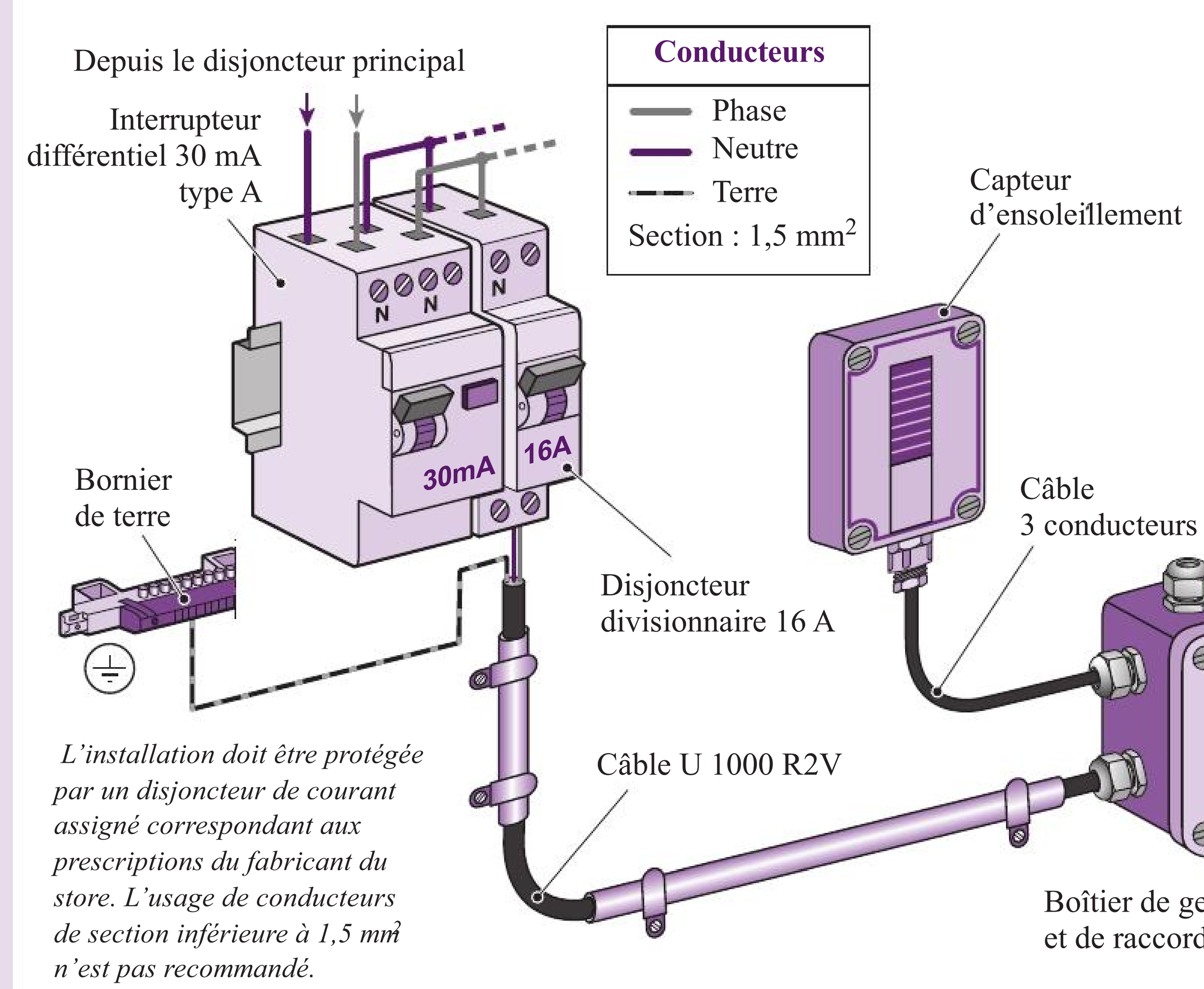
a et **c** **Commutateur intérieur ou télécommande radio**



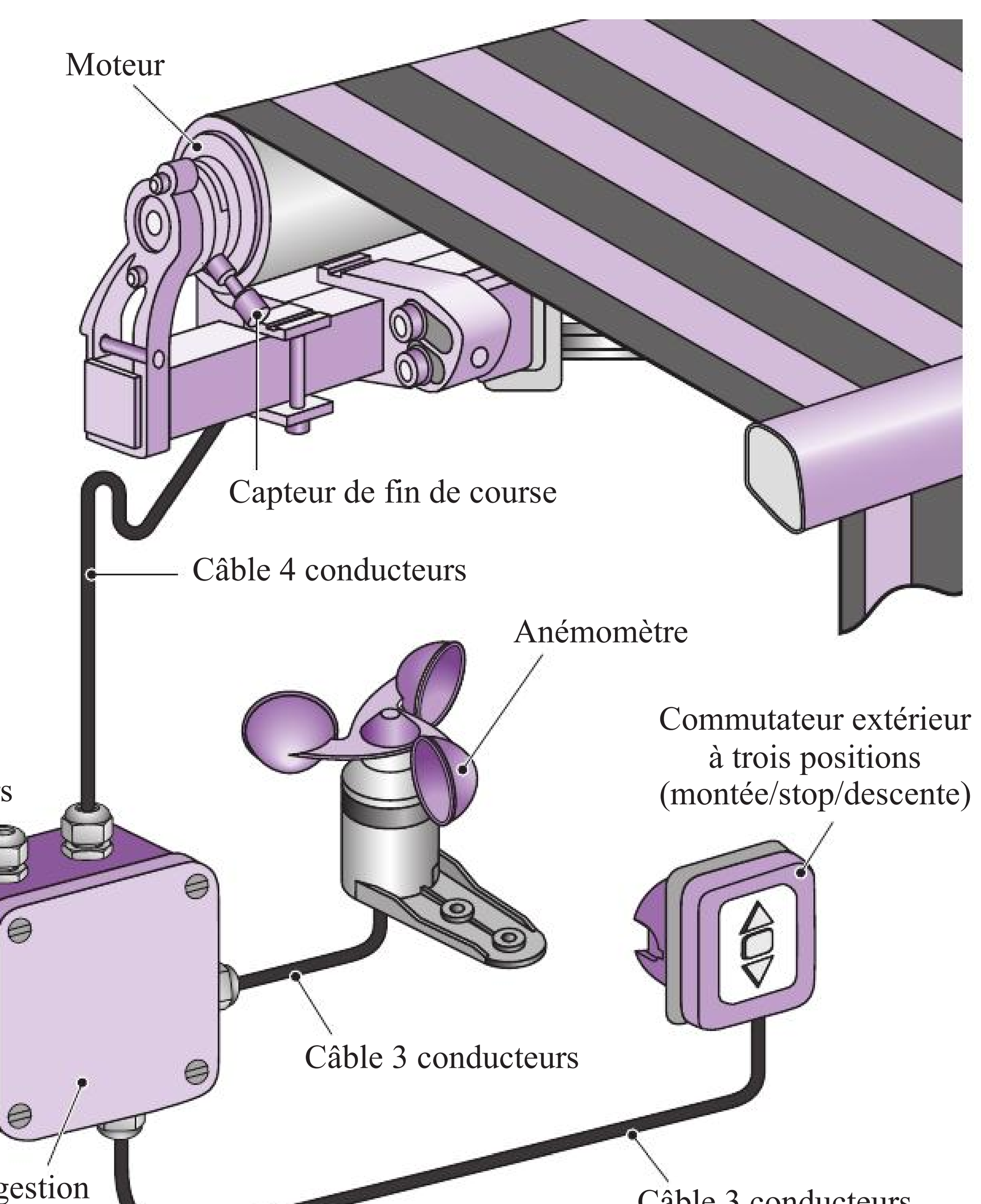
b **Protection du circuit**

Automatisation des stores extérieurs

Un système d'automatisation pour stores permet d'assurer un confort optimal et des économies d'énergie. Les sondes météorologiques (anémomètre, capteur d'ensoleillement) commandent l'ouverture du store en cas d'ensoleillement pour protéger la terrasse et l'intérieur de la maison de la lumière et de la chaleur ou la fermeture du store en cas de vent pour un maximum de sécurité et de protection à la fois du store et de sa structure.



L'installation doit être protégée par un disjoncteur de courant assigné correspondant aux prescriptions du fabricant du store. L'usage de conducteurs de section inférieure à 1,5 mm² n'est pas recommandé.



Gestion automatique (installation extérieure)

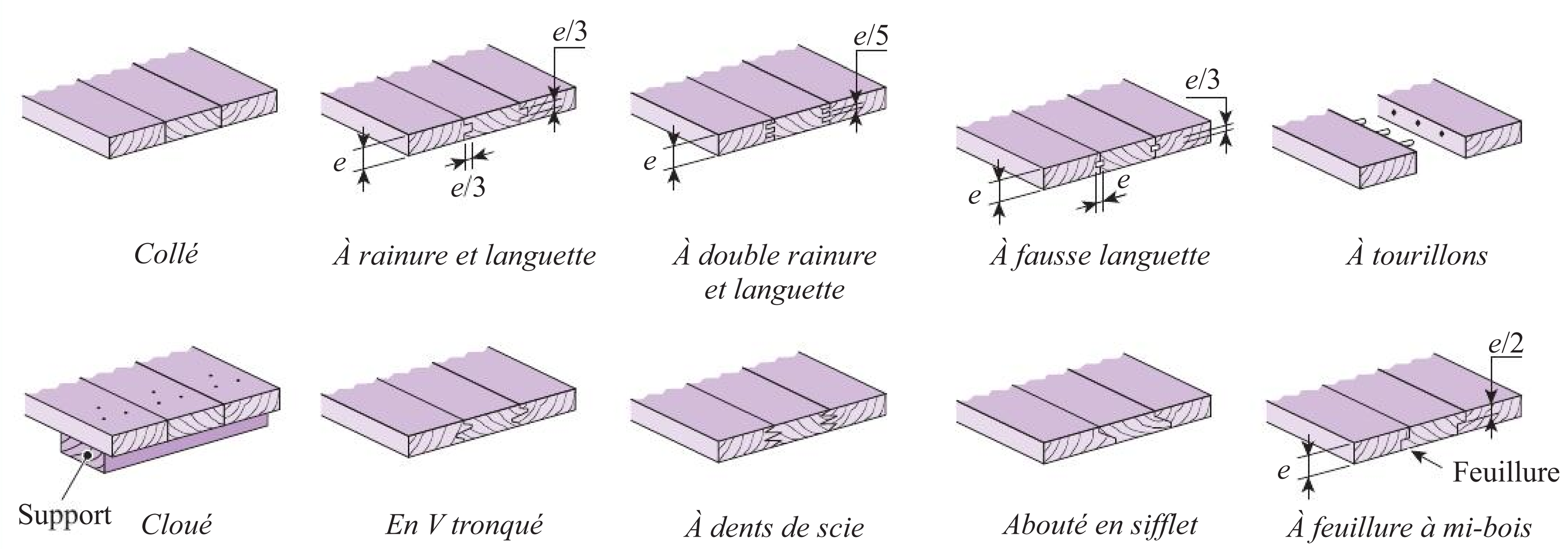
Assemblages des menuiseries en bois

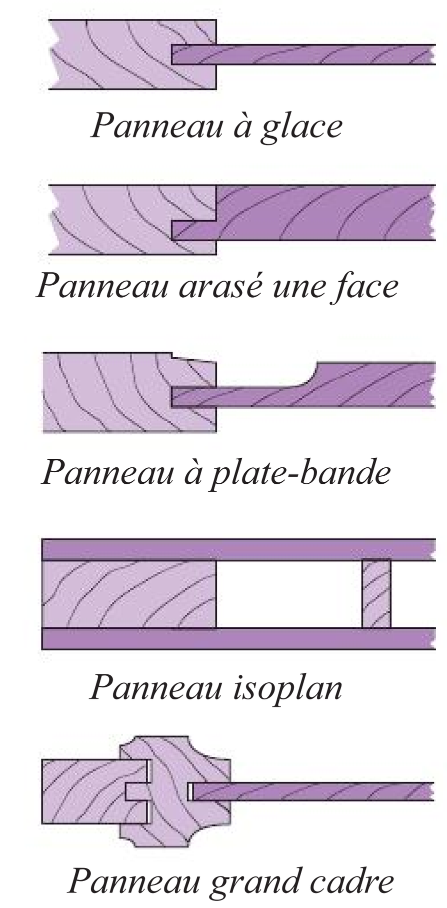
Comment ça marche

La construction d'un ensemble menuisé (fenêtre, volet, etc.) implique le choix du type de liaison adapté à sa réalisation. Certaines liaisons sont mobiles, pour les fenêtres par exemple, tandis que les liaisons de panneaux, de cadres, d'allongement ou de dièdres sont des liaisons fixes dont la solidité est assurée par collage, clouage, vissage, boulonnage, chevillage ou agrafage.

Liaisons de panneaux et entre bâtis et panneaux

Ces liaisons concernent l'élargissement (a) et la fixation aux bâtis (b) des panneaux en bois massifs des ouvrages menuisés intérieurs et extérieurs. La liaison entre bâtis et panneaux de remplissage est assurée au moyen d'embrèvements qui ne doivent pas être collés. Un embrèvement, en menuiserie ou en ébénisterie, est un assemblage à rainure et languette d'une profondeur plus importante (8 mm pour le contreplaqué mince, 10 mm pour l'ébénisterie et 15 mm pour la menuiserie).

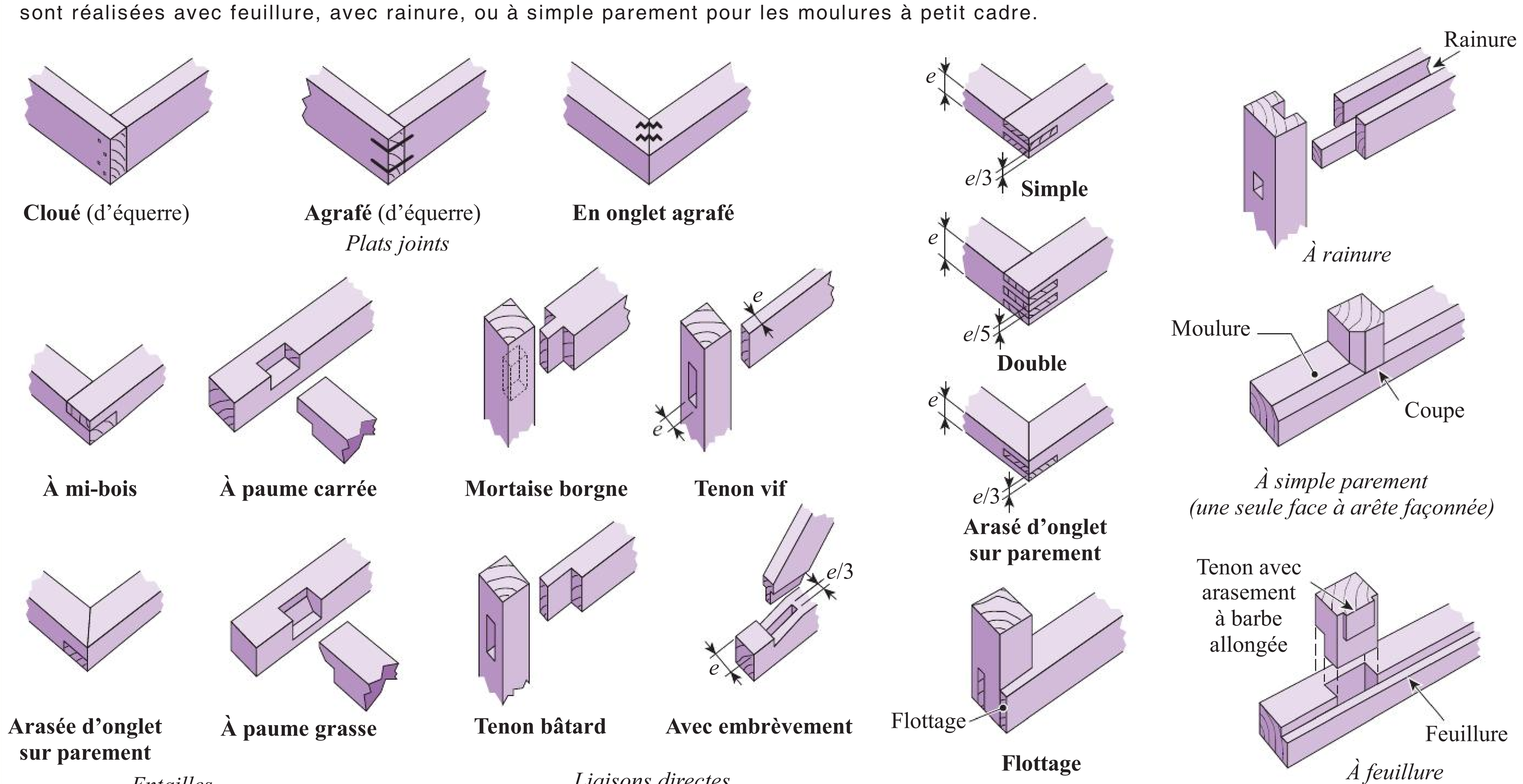




a Liaisons d'élargissement de panneaux **b** Liaisons entre bâtis et panneaux

Liaisons de cadres

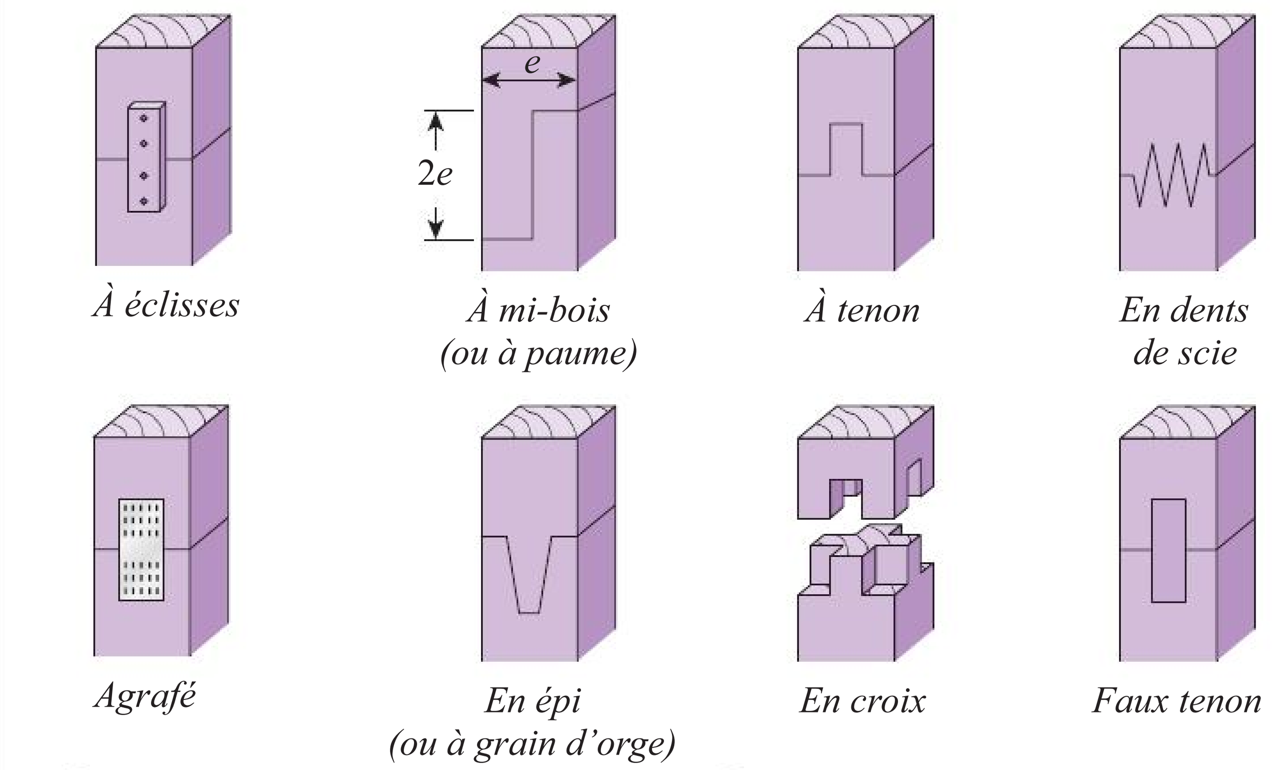
Les liaisons de cadres, réalisées à plat ou à chant, peuvent être d'équerre ou non. D'angle (en forme de L), de rencontre (en forme de T) ou de croisement (en forme de croix ou de X), elles sont à arêtes vives (a) ou à arêtes façonnées (b). Les liaisons de cadres à arêtes façonnées sont réalisées avec feuillure, avec rainure, ou à simple parement pour les moulures à petit cadre.

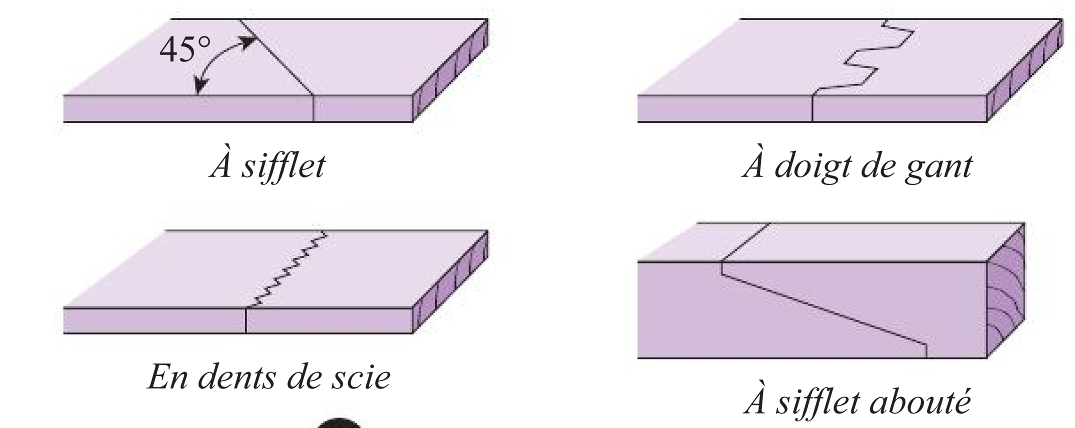


a Liaisons de cadres à arêtes vives **b** Arêtes façonnées

Liaisons d'allongement

Les liaisons d'allongement permettent d'assembler des éléments linéaires d'une même section. Les liaisons à joints vifs (a) sont assemblées par des plaques - ou éclisses - , ou par agrafage. Les entures en compression (b) peuvent être à mi-bois ou à enfourchement collé (ce qui leur confère une bonne résistance à la torsion). Les joints en applique (c) (joints à sifflet, à sifflet abouté, à doigt de gant ou à dent de scie) reposent à plat sur un support.

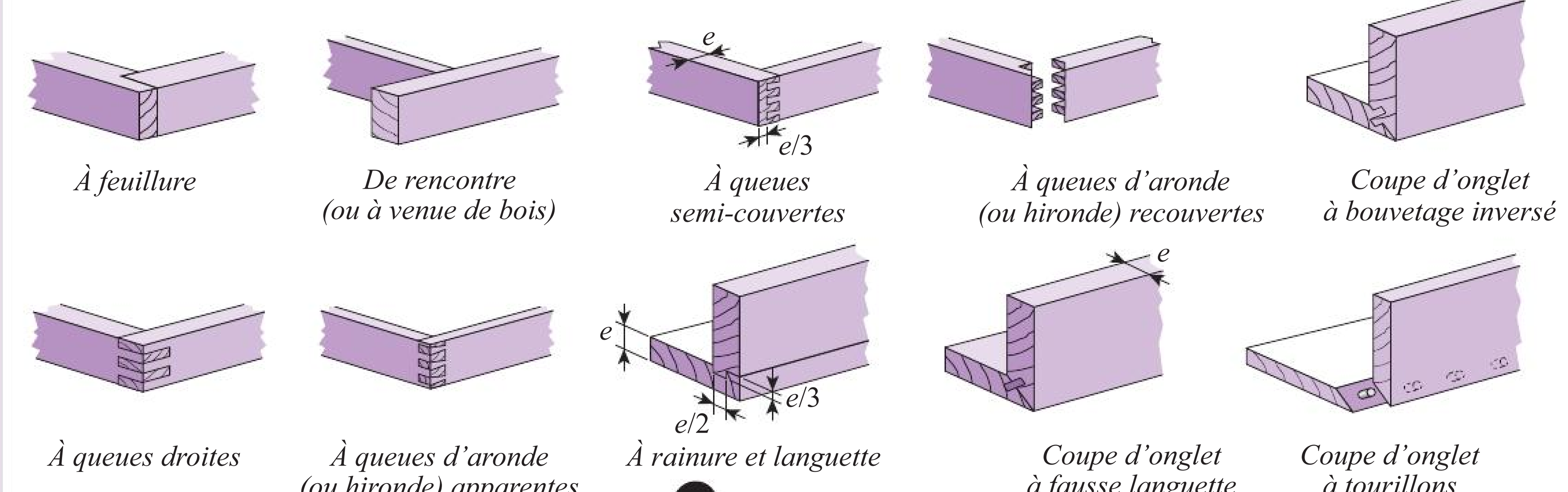


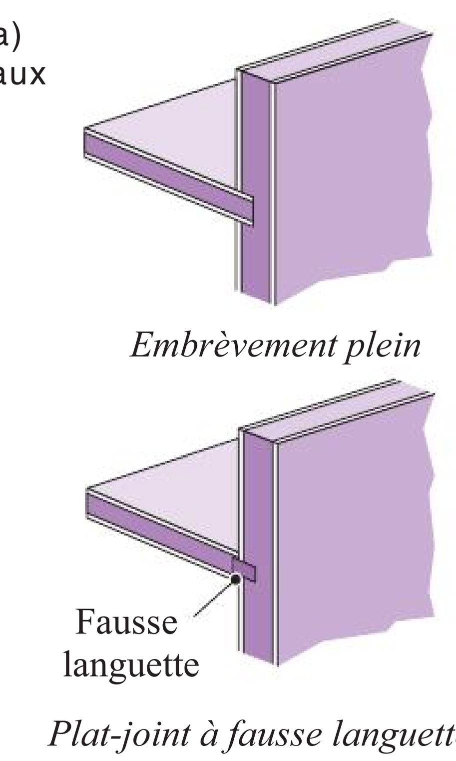


a Joints vifs **b** Entures en compression **c** Joints en applique

Liaisons de dièdres

Les liaisons de dièdres permettent de construire des volumes à partir de pièces planes. Les pièces en bois massif (a) se présentent de bout ou de fil, d'équerre ou non et sont assemblées par différents types de liaisons (a). Les panneaux de particules (b) sont assemblés par embrèvement plein, plat-joint à vif ou plat-joint à fausse languette.

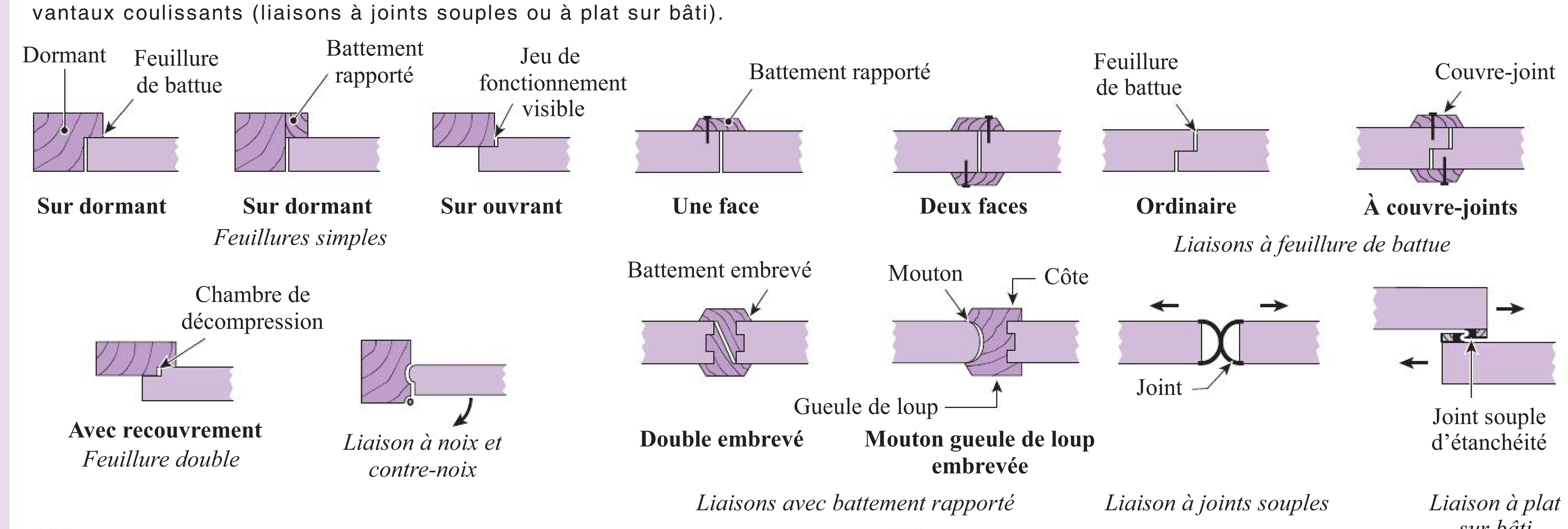




a Bois massifs **b** Panneaux de particules

Liaisons mobiles

Les liaisons mobiles assurent une relative étanchéité à l'air et à l'eau entre la partie mobile et la partie fixe des ouvrages menuisés. Les ouvrants sur bâtis dormants (a) sont utilisés pour les portes. Ils sont simples sur dormant, simples sur ouvrant, avec recouvrement ou à noix avec contre-noix. Les ouvrants entre eux (b) sont utilisés pour les volets (feuillures de battue ou couvre-joint à une ou deux faces) et les vantaux coulissants (liaisons à joints souples ou à plat sur bâti).



a Liaisons mobiles, ouvrants sur bâtis dormants **b** Liaisons mobiles, ouvrants entre eux

Portes et blocs-portes

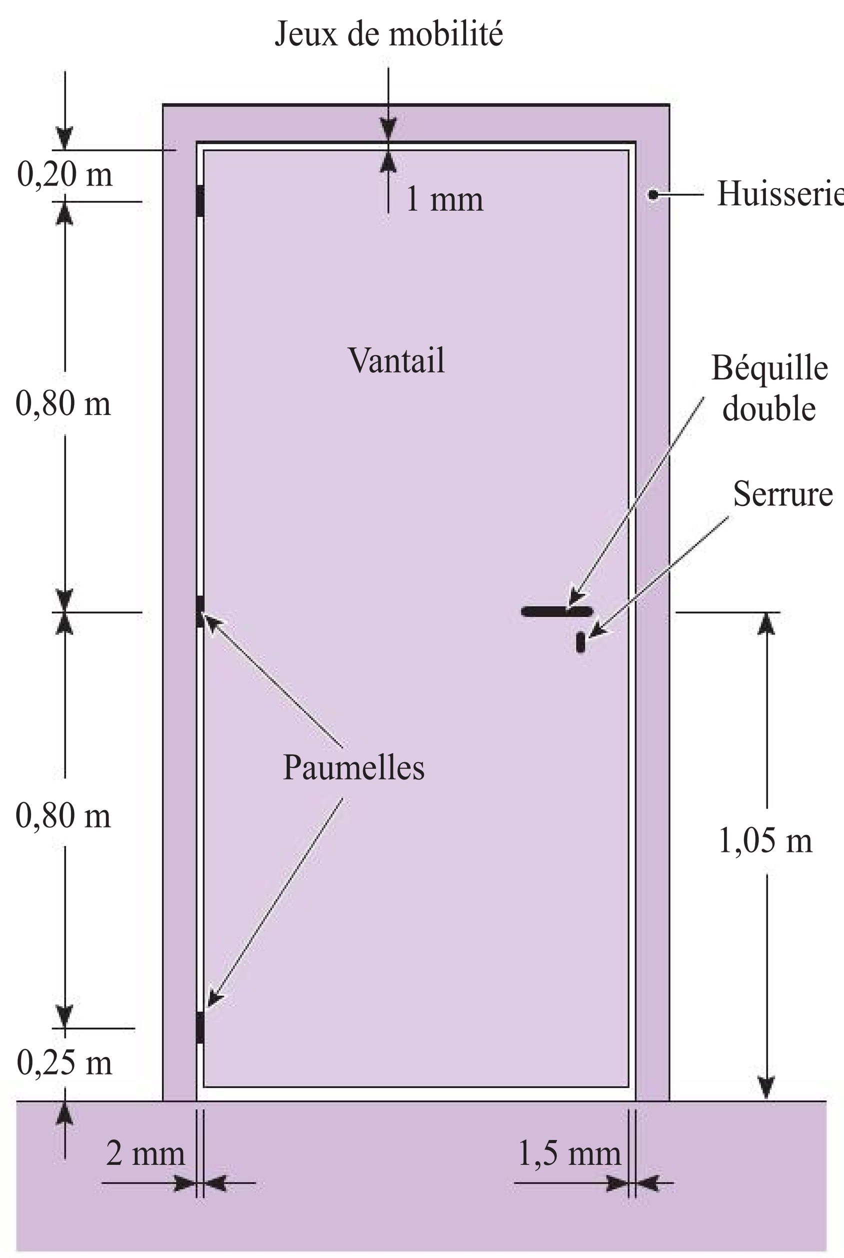
Comment ça marche

Trois grandes catégories de blocs-portes sont distinguées : les blocs-portes destinés aux cloisons et aux murs peu épais, les blocs-portes palières sur mur épais, et les blocs-portes d'extérieur destinés aux habitations individuelles. Les blocs-portes palières et d'extérieur assurent l'isolation thermique et acoustique. Elles peuvent être également coupe-feu et protéger contre les effractions (notamment pour les effractions de niveau 1, soit 5 minutes avec un outillage réduit).

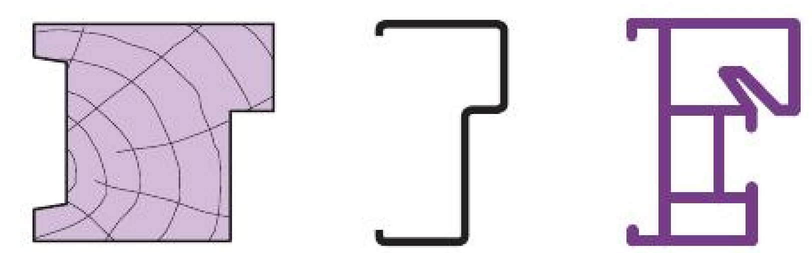
Vocabulaire

Le bloc-porte comprend :
- le vantail, articulé sur l'huisserie par des paumelles, à droite ou à gauche ;
- l'huisserie, solidaire du gros œuvre, en bois, en métal ou en PVC ;
- une serrure.

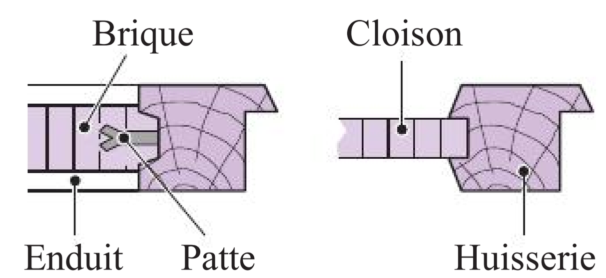
Les huisseries sont fixées aux murs et cloisons avec des pattes à scellement, maintenues à l'aide de plâtre ou de mortier de ciment. Pour les cloisons légères, des pattes de tôle mince sont vissées ou clouées.



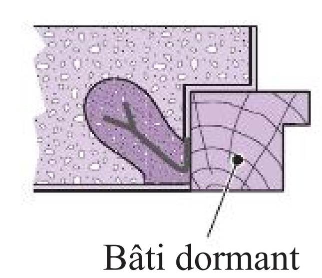
Bloc-porte



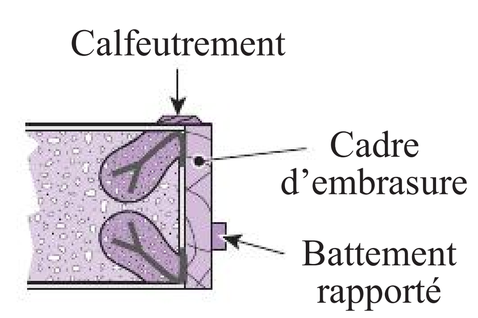
Profilés d'huisserie



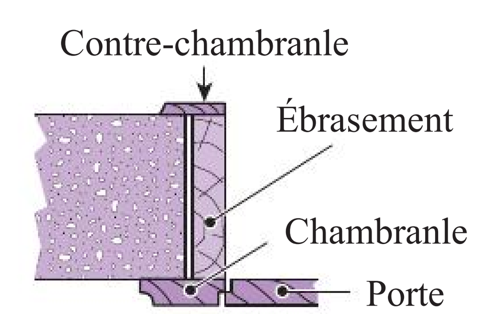
Fixation de l'huisserie sur cloisons et murs minces



Fixation du bâti dormant (murs épais)



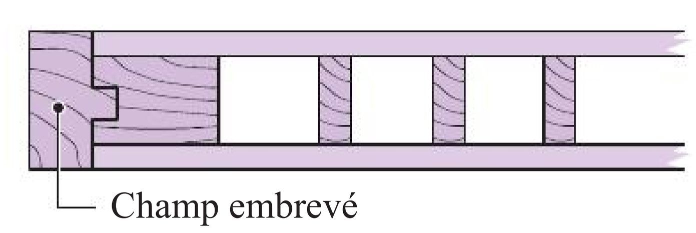
Fixation du cadre d'embrasure



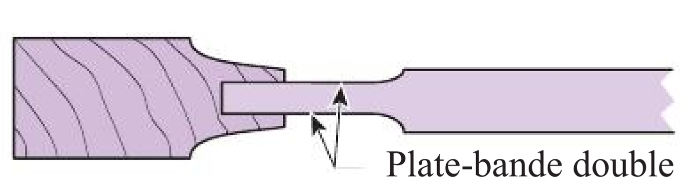
Fixation du chambranle en applique

Garnissage du vantail

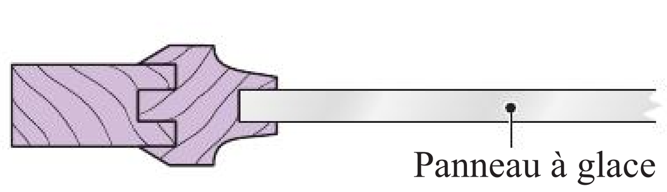
Pour les portes pleines, sont distinguées les portes isoplanes (a), les portes à moulures petit ou grand cadre (b) qui reçoivent des panneaux plans, des glaces, ou des plates-bandes simples ou doubles. Pour les portes vitrées (c), sont distinguées les portes avec bâtis où la vitre est fixée à l'aide de parcloses, les panneaux de verre où l'appui est assuré par un joint en néoprène et les portes isoplanes où l'oculus est fixé dans une moulure grand cadre.



(a) Porte pleine isoplane

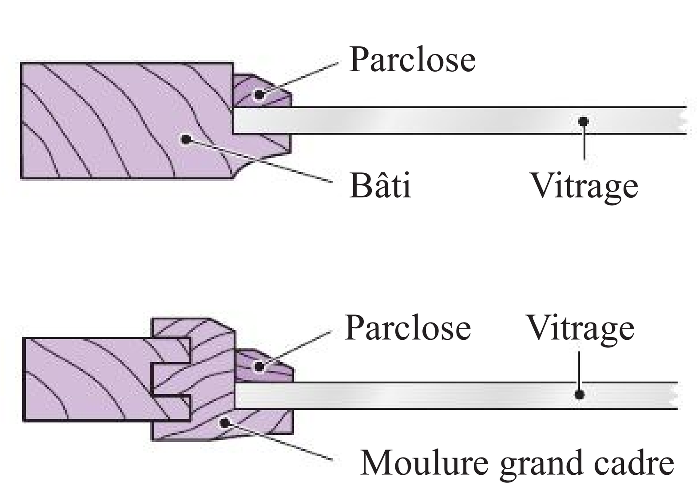


Moulure petit cadre

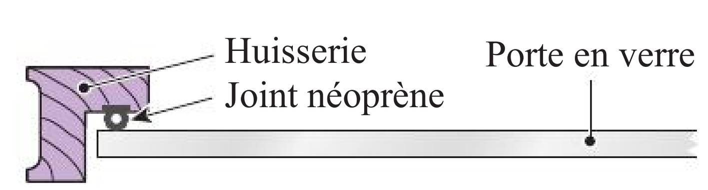


Moulure grand cadre

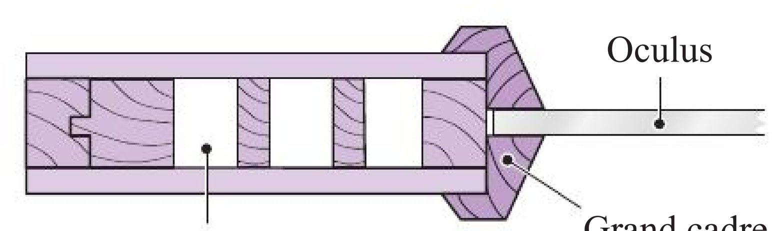
(b) Portes pleines à moulures



Avec bâtis



Panneau de verre

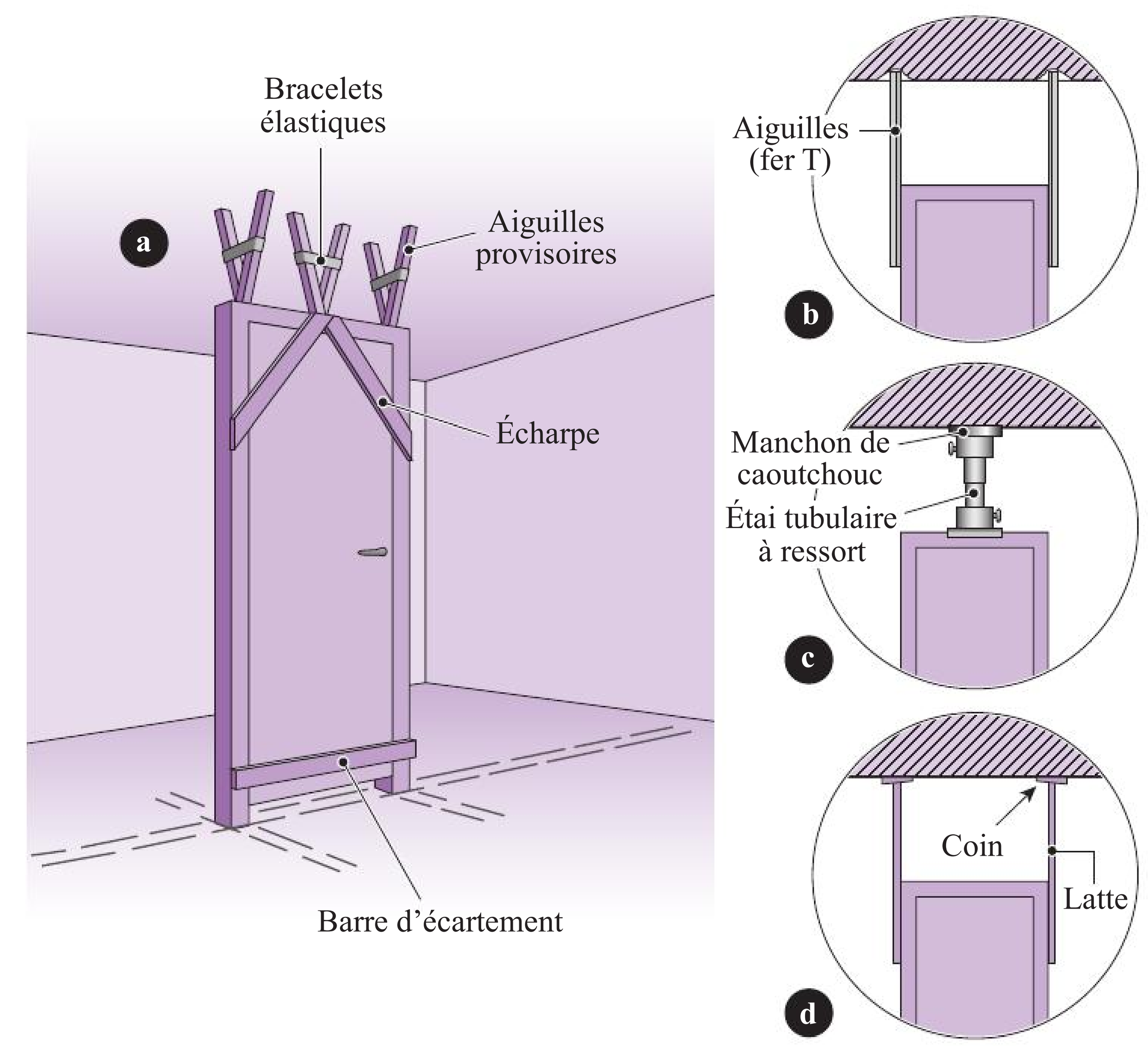


Isoplane à moulure

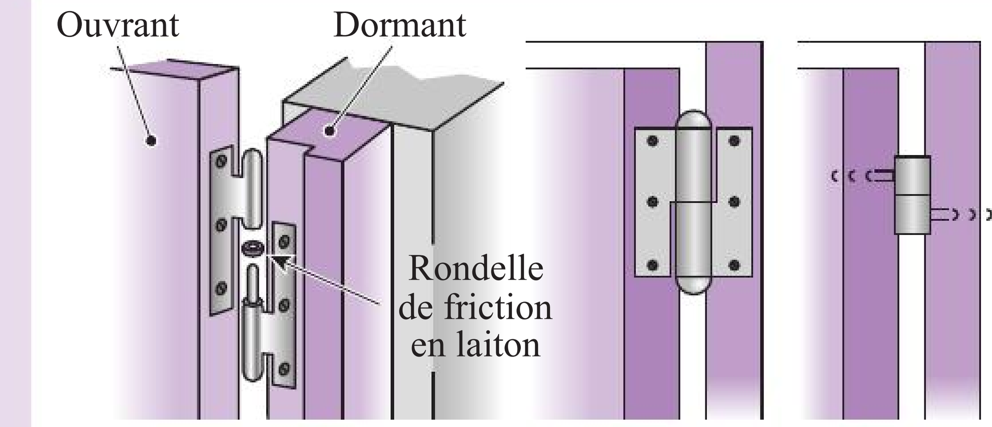
(c) Portes vitrées

Fixation au plafond

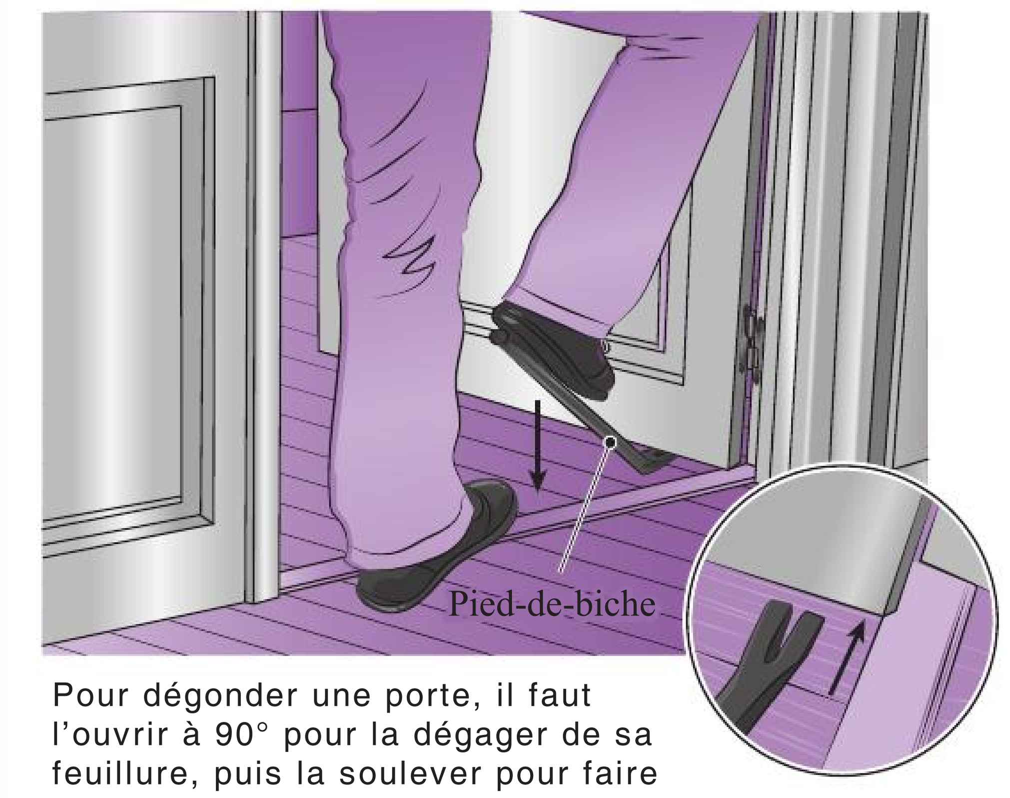
Les huisseries peuvent être reliées au plafond par :
- des aiguilles provisoires, déposées lors du montage des cloisons (a) ;
- des aiguilles en bois ou en métal, noyées dans la cloison (b) ;
- des étais tubulaires à ressort (c) ;
- des lattes avec coins de calage en plafond (d).



Organes de rotation



Rondelle de friction **Paumelle** **Gond**

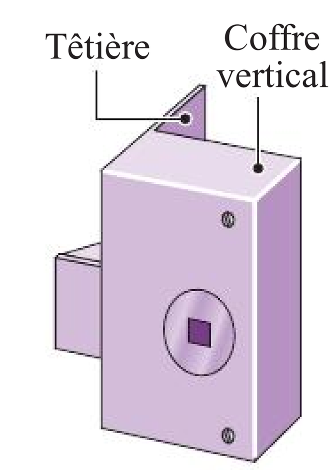


Pour dégonder une porte, il faut l'ouvrir à 90° pour la dégager de sa feuillure, puis la soulever pour faire sortir les paumelles de leur logement. On peut s'aider en appuyant avec le pied sur un levier et une cale ou un pied-de-biche engagé sous l'ouvrant.

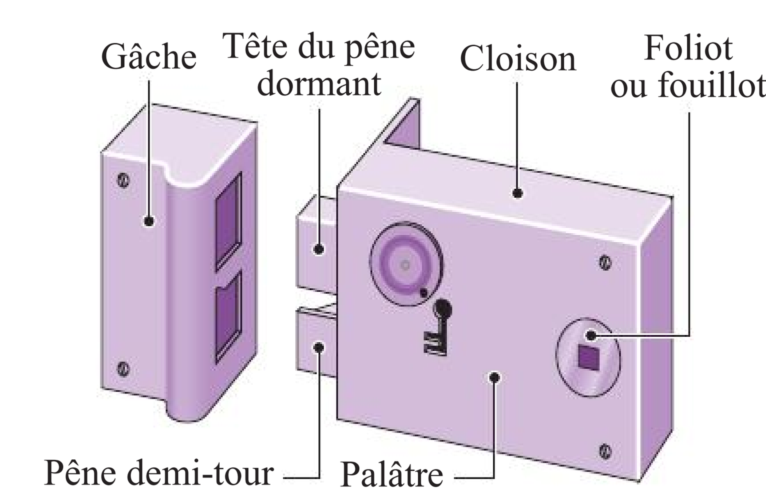
Dégondage d'une porte

Organes de fermeture et de manœuvre

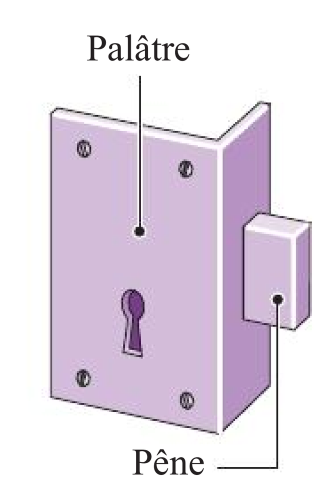
Le pêne (partie mobile de la serrure), qui vient s'insérer dans la gâche (partie fixe située sur l'huisserie), assure la fermeture du vantail. Les béquilles et les boutons, ronds ou ovales, commandent la serrure par l'intermédiaire d'un carré venant s'insérer dans le foliot. Les fermetures dites « antipanique » permettent l'ouverture instantanée, de l'intérieur, sur simple poussée.



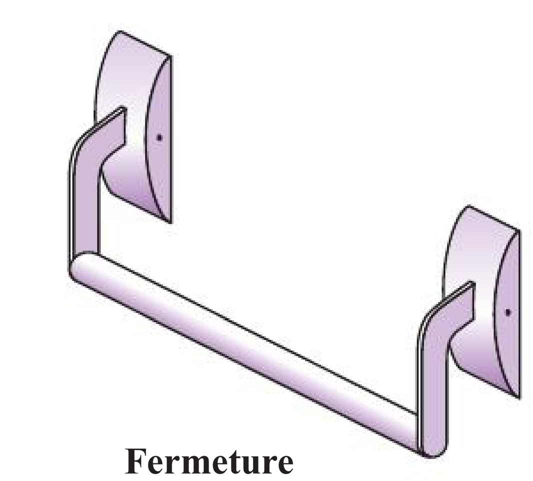
Serrure bec-de-cane (coffre vertical)



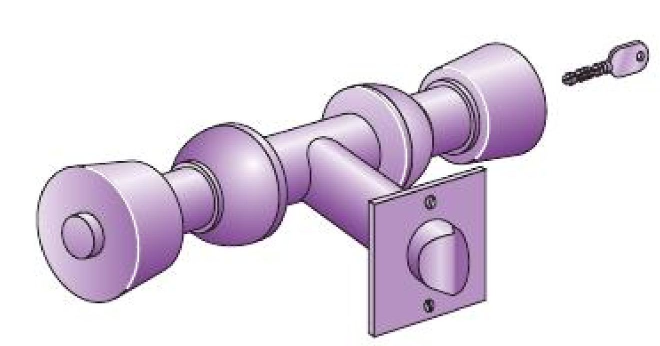
Serrure à pêne dormant et demi-tour (coffre horizontal)



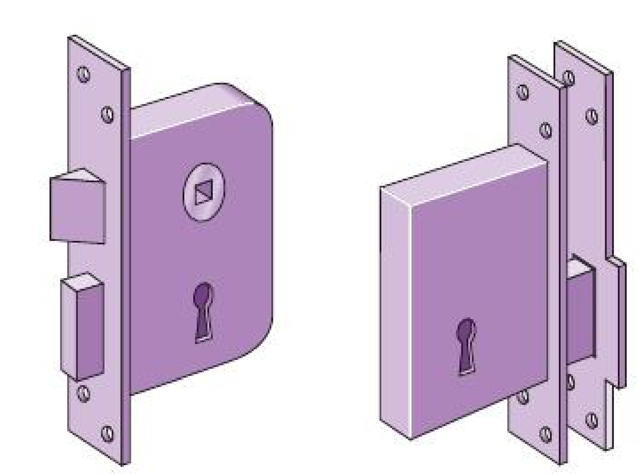
Serrure entaillée ou encastrée



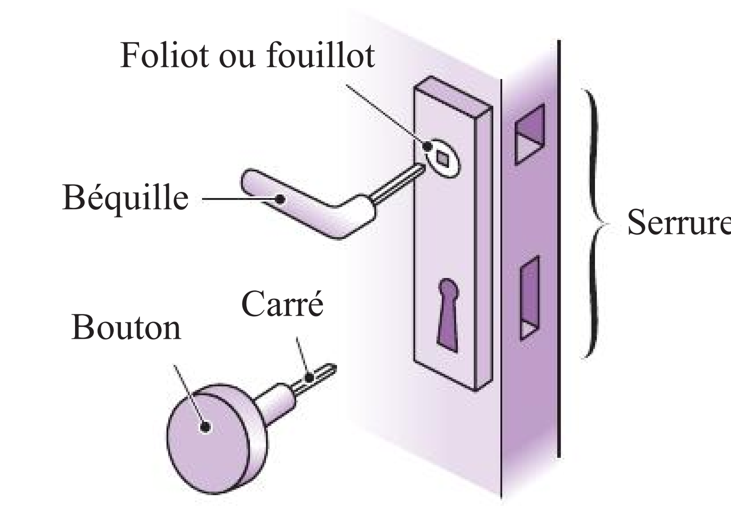
Fermeture antipanique



Serrure tubulaire (barillet à goupilles)



Serrures mortaisées ou lardées



Organes de manœuvre

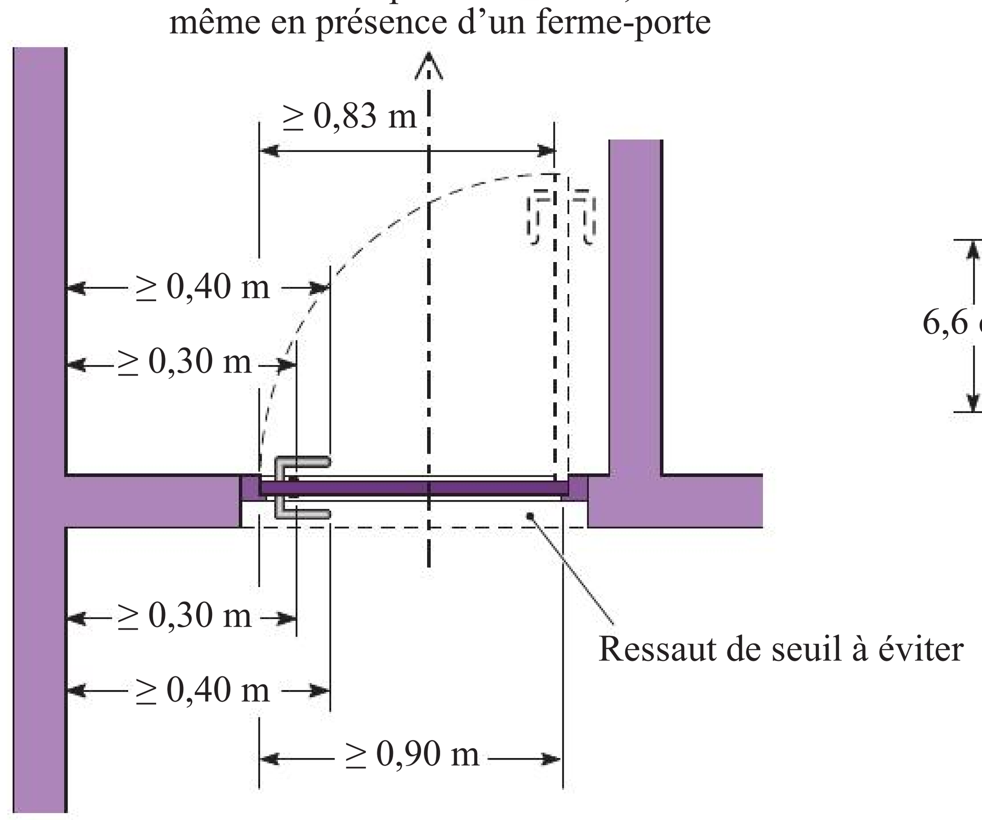
Comment ça marche

Accessibilité des portes

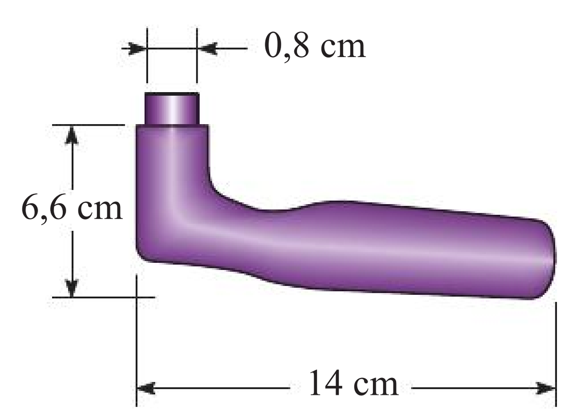
Les portes des bâtiments accessibles doivent pouvoir être utilisables par des personnes à mobilité réduite. Cela concerne principalement la largeur de passage, la facilité de manœuvre et le repérage des parties vitrées. Les portes doivent pouvoir être manœuvrées sans effort excessif. Cette exigence a des conséquences sur la forme de la poignée, sa position sur la porte et la force à exercer sur celle-ci.

Caractéristiques dimensionnelles

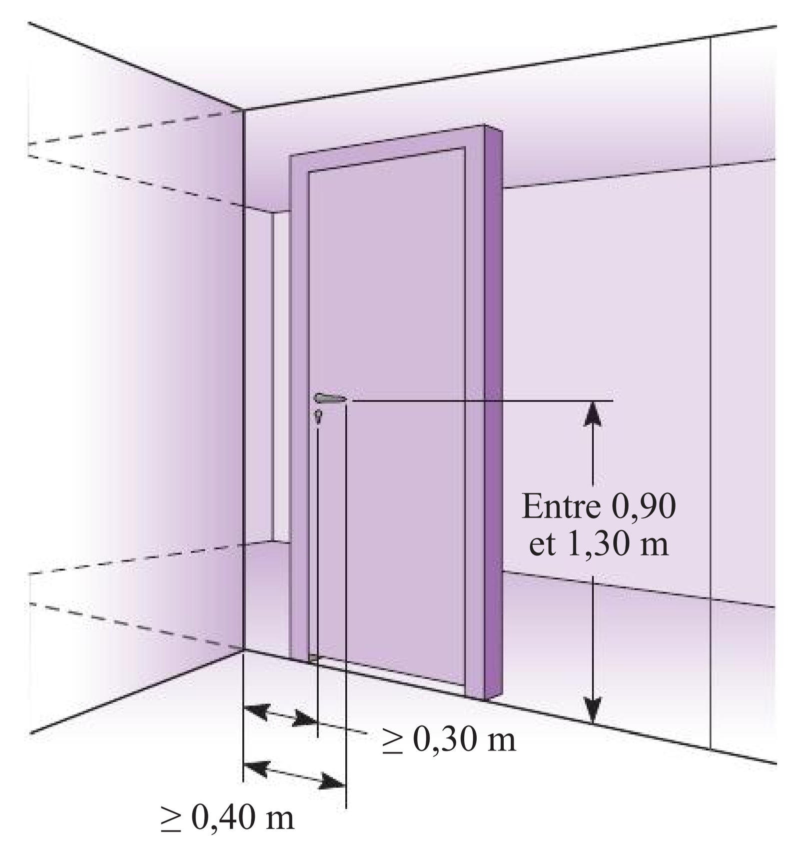
Les portes doivent présenter une largeur minimale de 0,90 m pour permettre le passage d'une personne en fauteuil roulant. Cette largeur doit offrir une largeur de passage minimale de 0,83 m lorsque le vantail est ouvert à 90°. Si la porte comporte plusieurs vantaux, le vantail utilisé couramment doit respecter ces dispositions et une personne assise doit pouvoir manœuvrer seule le deuxième battant. La poignée doit avoir une forme permettant une saisie aisée. Elle doit pouvoir éventuellement être actionnée avec une autre partie du corps que la main, comme le coude. La préférence va aux poignées de type « béquille » ; les poignées « boule » ou « bouton » sont à proscrire.



Dimensions des portes



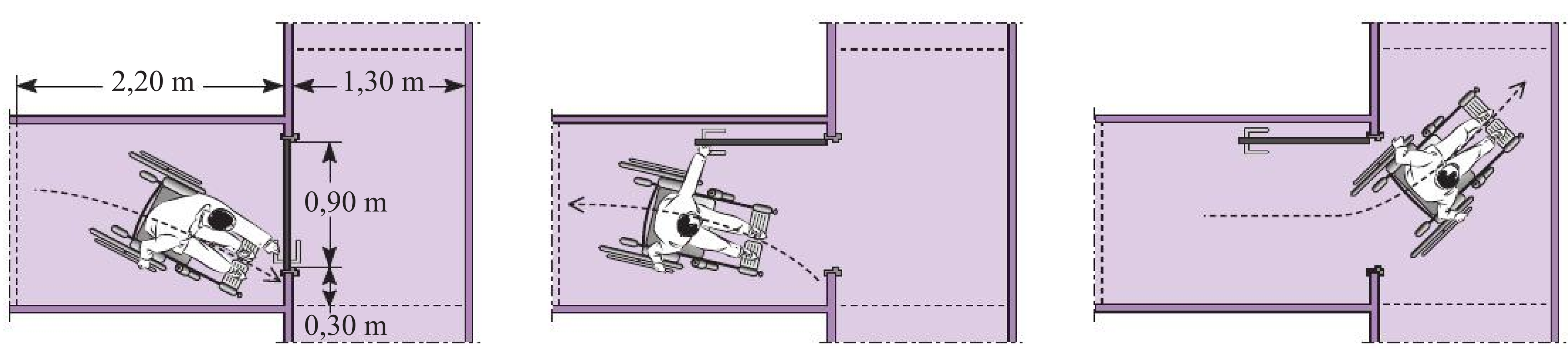
Dimensions des poignées



Position des poignées

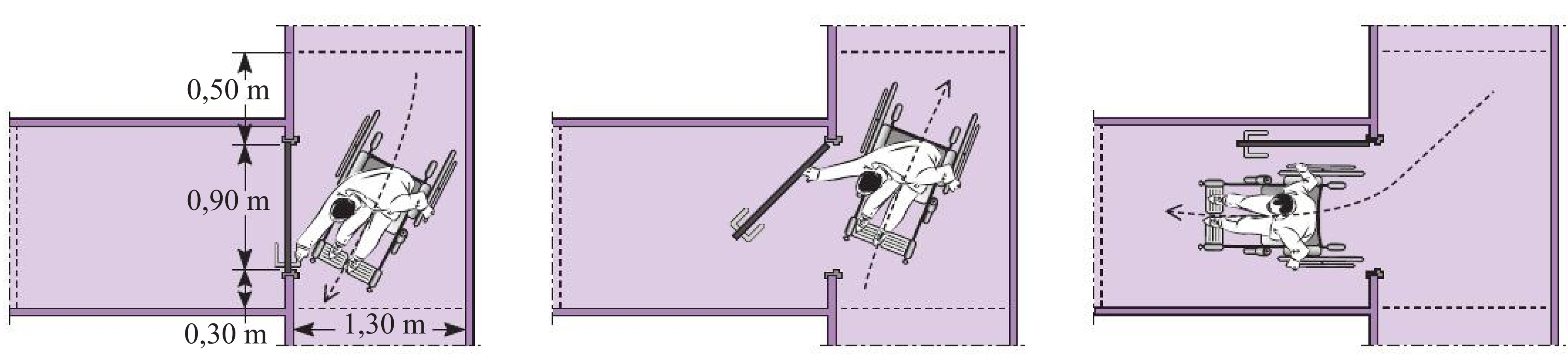
Étapes de franchissement

La manœuvre des portes par une personne en fauteuil roulant nécessite plusieurs mouvements et un espace minimum. Afin de garantir un confort d'usage optimal, des « espaces de manœuvre » sont réservés et dimensionnés en fonction de l'approche frontale ou latérale de la porte ainsi que de son sens de manœuvre (tirant ou poussant).



(1) Atteindre la poignée (2) Reculer en tirant la porte (3) Franchir la porte

Ouverture en tirant



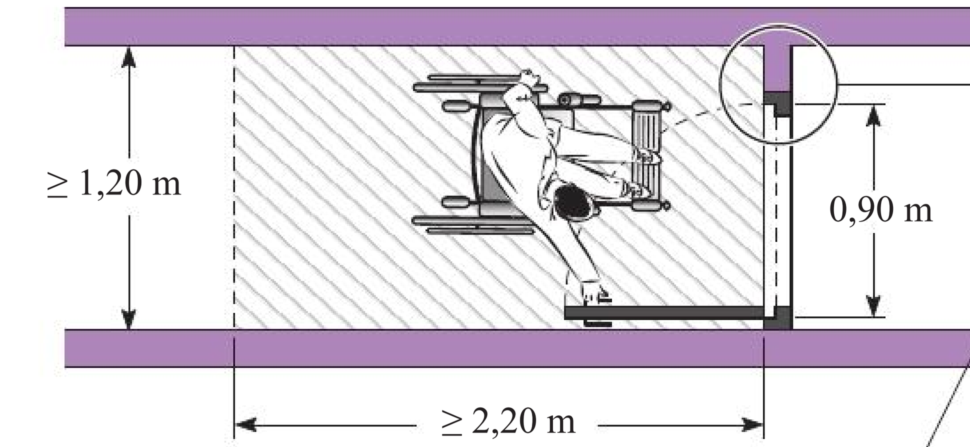
(1) Atteindre la poignée (2) Pousser la porte (3) Franchir la porte

Ouverture en poussant

Dimensionnement des espaces de manœuvre

Approche frontale

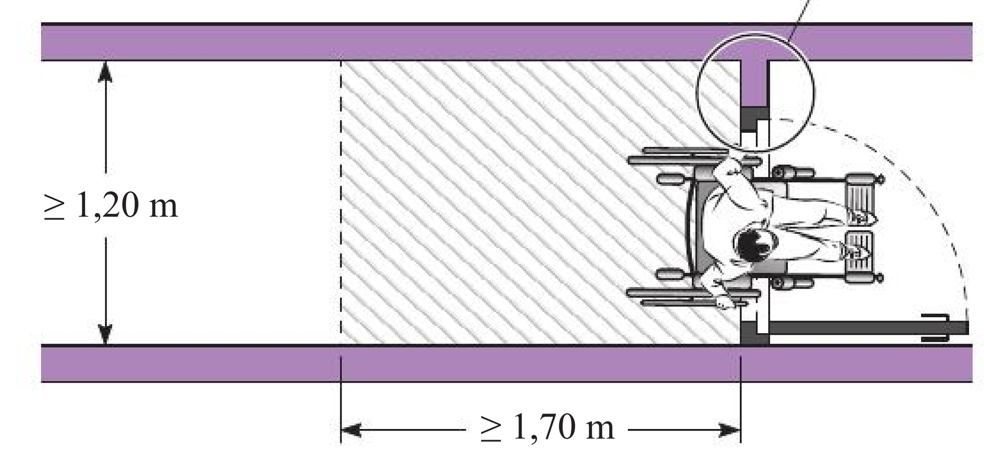
- ouverture en tirant : longueur de l'espace de manœuvre ≥ 2,20 m ;
- ouverture en poussant : longueur de l'espace de manœuvre ≥ 1,70 m.



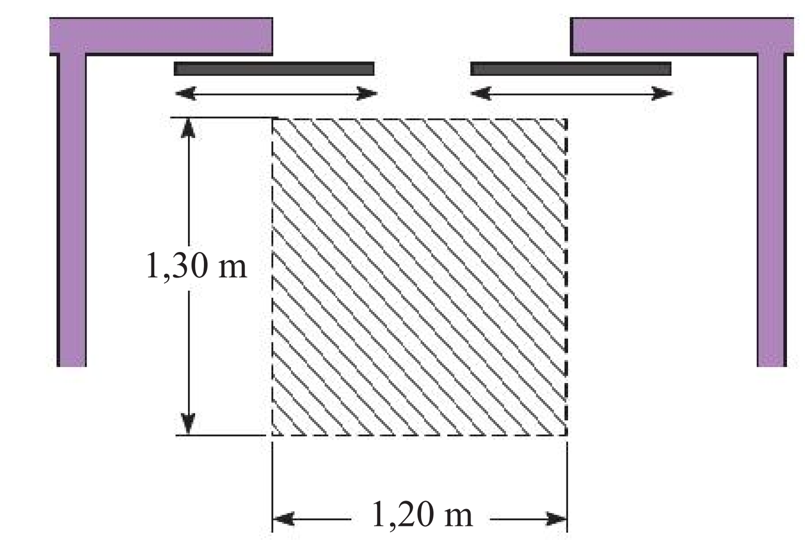
Si la porte est d'une largeur > 0,90 m, la longueur de l'espace de manœuvre de porte se calcule en additionnant 1,30 m à la largeur de la porte.

Ouverture en tirant

L'extrémité de la poignée doit se situer à plus de 0,40 m d'un angle rentrant de parois. Une largeur de circulation de 1,20 m en habitation peut donc se révéler insuffisante.



Ouverture en poussant

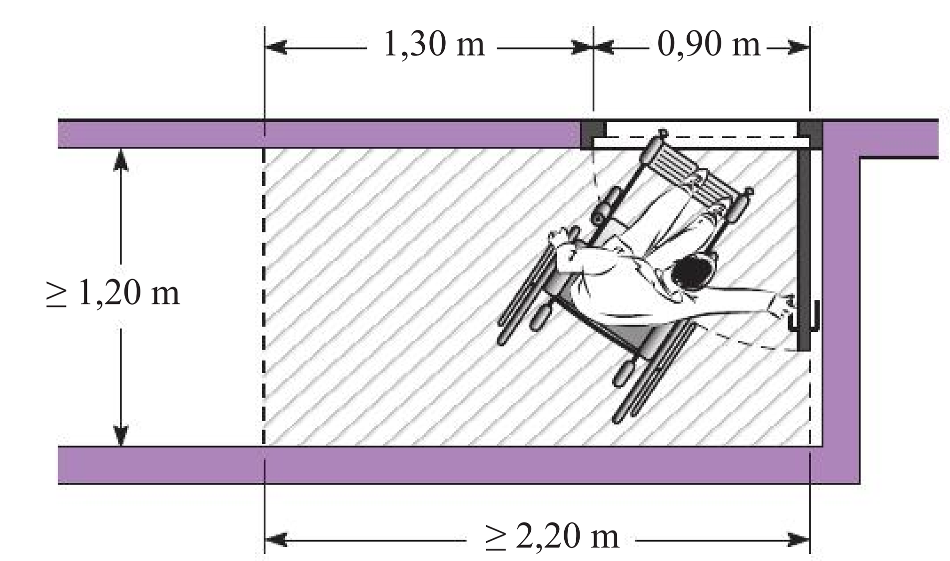


Dans le cas d'une porte à ouverture automatique, l'espace de manœuvre a une longueur de 1,30 m perpendiculairement à l'axe d'ouverture.

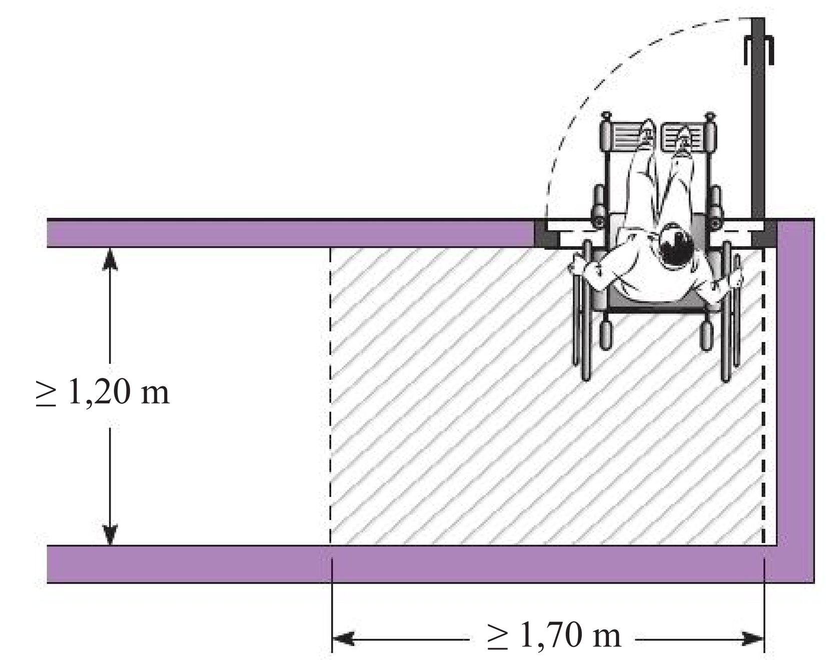
Porte à ouverture automatique

Approche latérale

- ouverture en tirant : longueur de l'espace de manœuvre ≥ 2,20 m ;
- ouverture en poussant : longueur de l'espace de manœuvre ≥ 1,70 m.



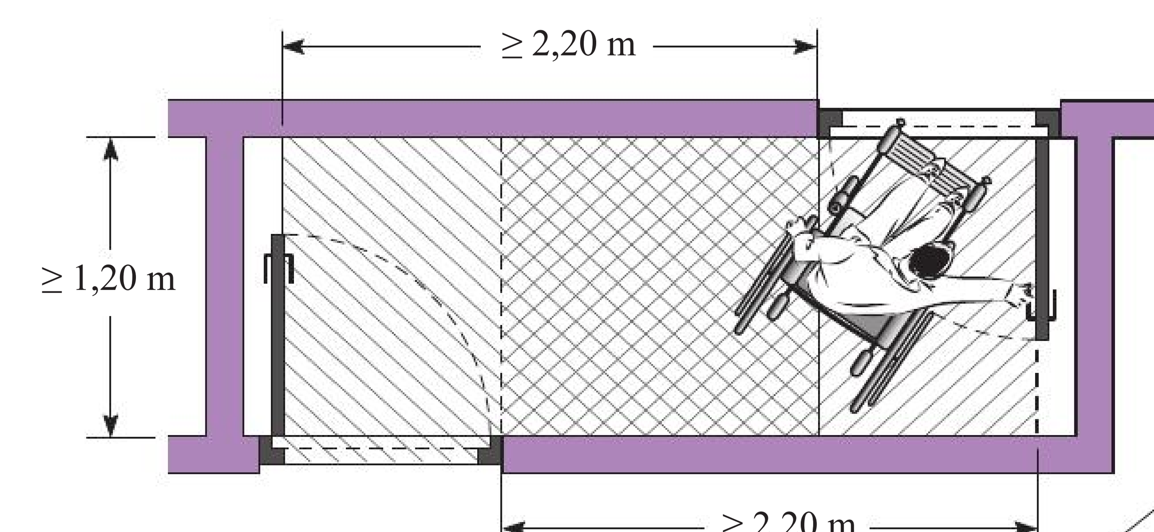
Ouverture en tirant



Ouverture en poussant

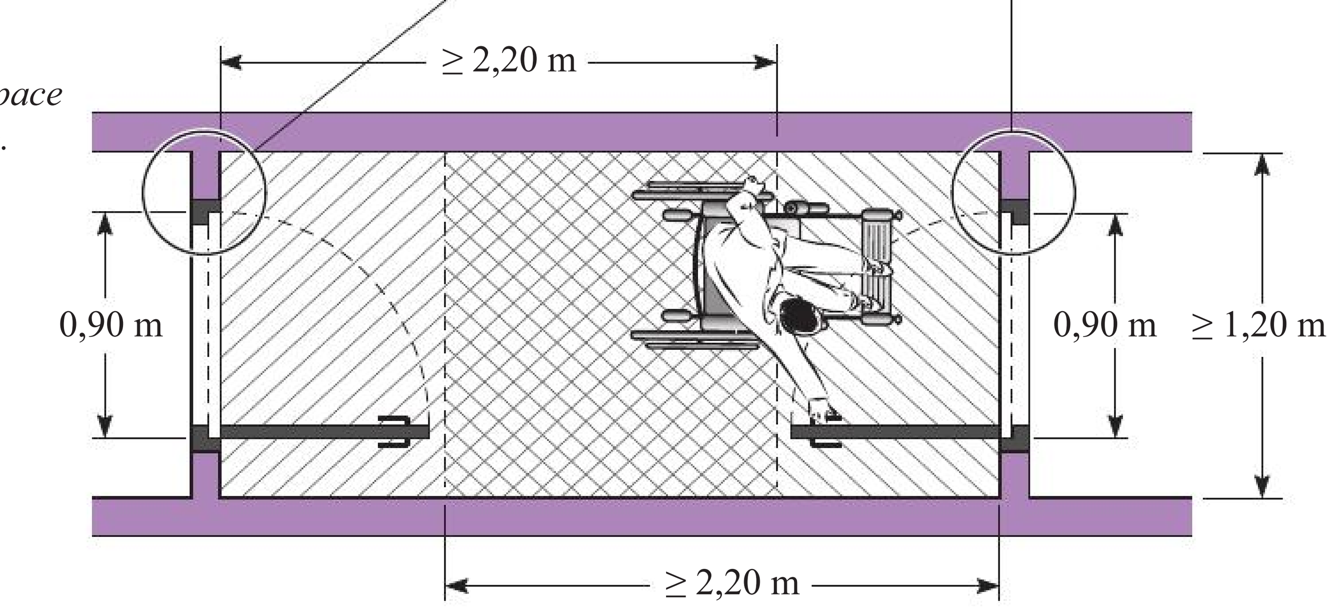
Sas

Les espaces de manœuvre des sas doivent être calculés hors débattement éventuel de l'autre porte, afin d'éviter de la bloquer lors de la manœuvre de la première porte par une personne en fauteuil roulant. Ceci peut conduire à dimensionner des sas d'une longueur de 3,10 m (2,20 m plus 0,90 m de débattement de porte).



L'extrémité de la poignée doit se situer à plus de 0,40 m d'un angle rentrant de parois. Une largeur de circulation de 1,20 m peut donc se révéler insuffisante.

La porte non manœuvrée ne doit pas débattre dans l'espace de manœuvre de l'autre porte.



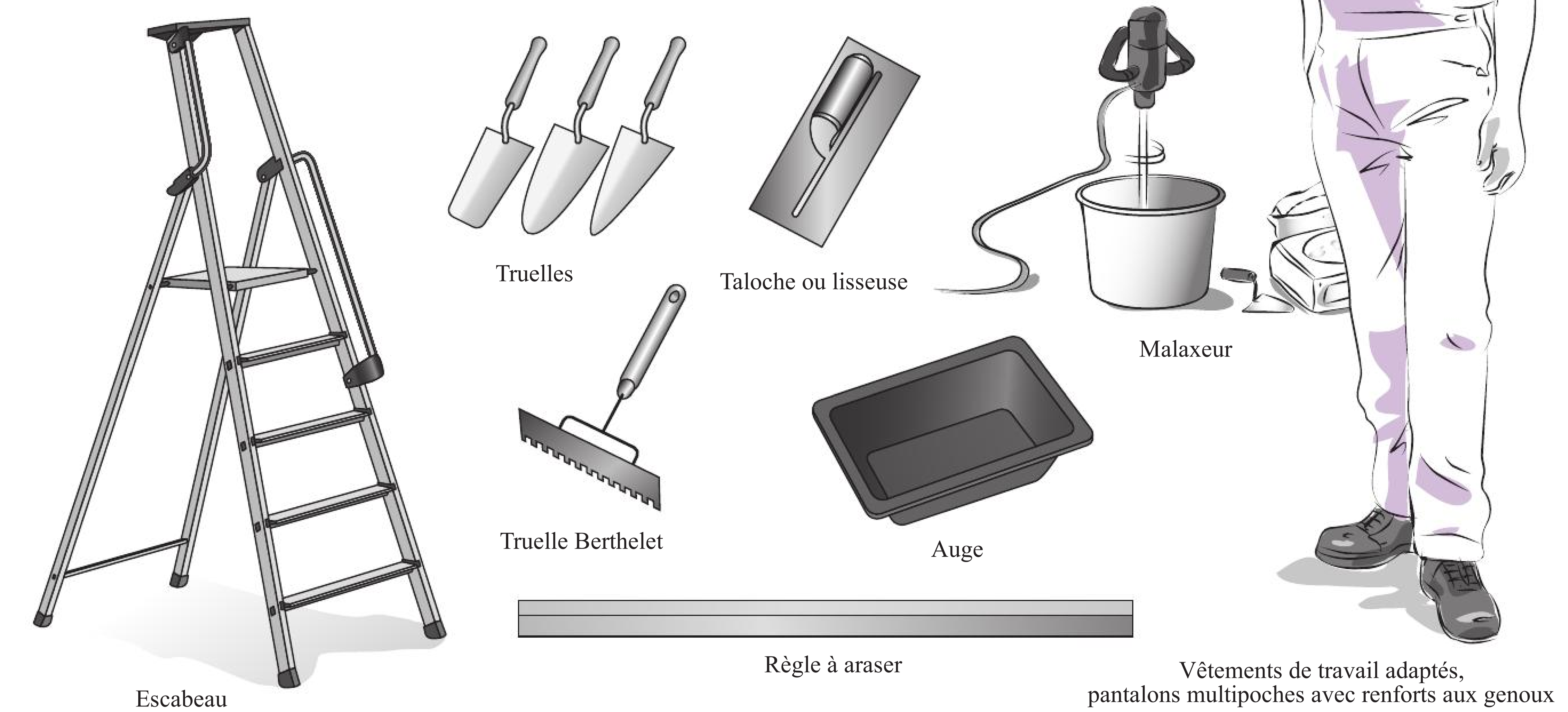
Plâtre et staff

Comment ça marche

Les plâtres de construction utilisés comme enduits intérieurs sont mis en œuvre sur un support qui peut être un mur, une cloison ou un plafond. Ils sont appliqués comme finition à l'intérieur des bâtiments pour recevoir une peinture, un papier peint, etc. Ils sont appliqués manuellement ou par projection mécanique. Les ouvrages en staff sont constitués d'éléments prémoulés, fixés au mur ou au plafond par des suspentes, scellés et jointoyés entre eux afin de présenter des surfaces continues sans joint apparent.

Outils du plâtrier

Le plâtrier doit posséder les outils adaptés :
- la truelle, carrée, ronde ou en langue de chat, très efficace pour enduire le plâtre ;
- la truelle Berthelet pour aplanir les excès sur un raccord de plâtre. Le plâtrier utilise le côté dentelé pour l'ébauche et le côté lisse pour la finition ;
- la taloche de plâtrier pour étendre le plâtre sur la surface à travailler avant de l'appliquer à l'aide d'une truelle ;
- l'auge, récipient dans lequel est préparé le plâtre. Elle existe en différentes dimensions suivant la quantité à préparer. Le malaxeur permet d'obtenir un mélange lisse sans grumeaux ;
- la règle de plâtrier, d'une longueur de deux mètres, indispensable pour aligner les éléments.

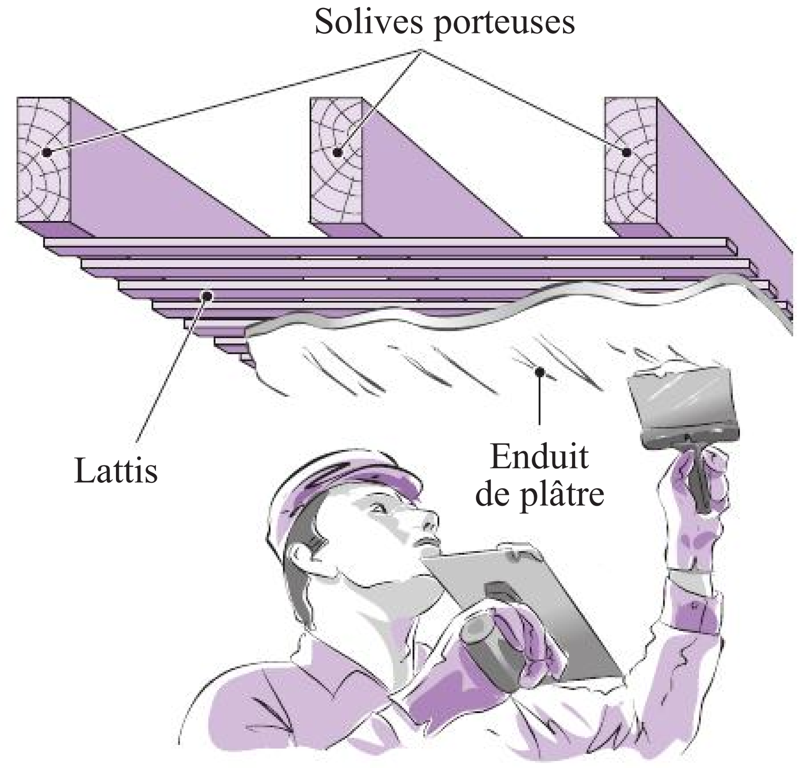


Enduits sur murs et sur plafonds

La surface doit être propre, sèche et dégraissée. Le plâtre est appliqué sur les murs en une ou deux couches à l'aide d'une truelle ou d'une taloche (a). Les raccords sont armés au moyen d'une trame de renfort ; l'utilisation de profilés permet de plâtrer correctement les angles sortants.
Les plafonds en plâtre sont réalisés sur un lattis métallique ou en bois (b). Les enduits sont exécutés manuellement en une ou deux couches. Une pose par projection mécanique s'effectue en une couche et en deux passes successives si l'épaisseur à garnir est trop importante. L'épaisseur d'un enduit est de 8 à 12 mm.



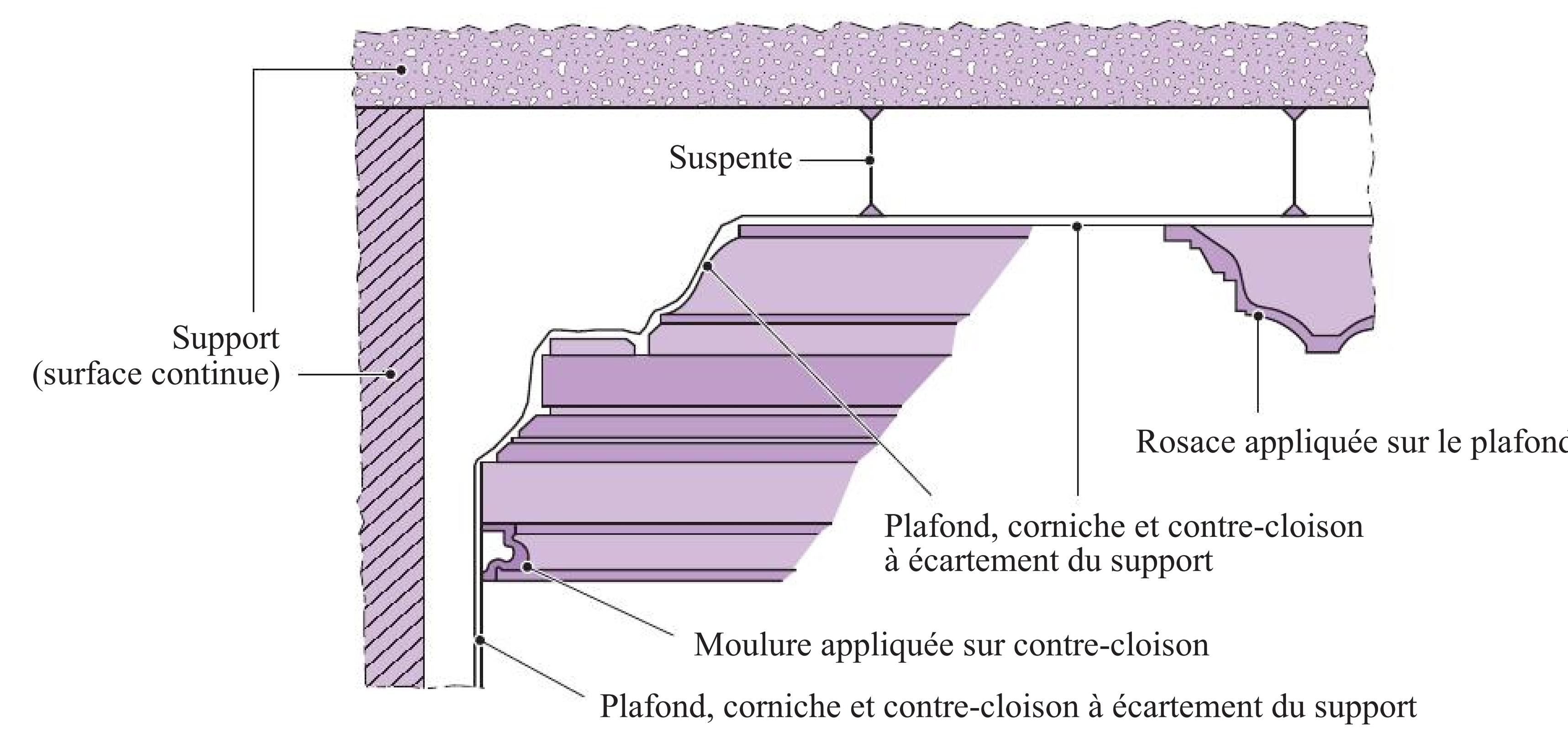
a Enduit sur un mur

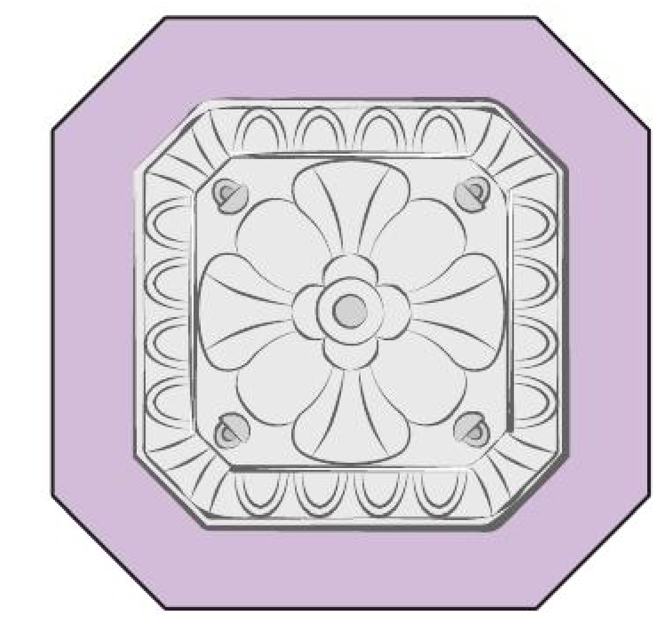


b Enduit sur un plafond

Ouvrages en staff

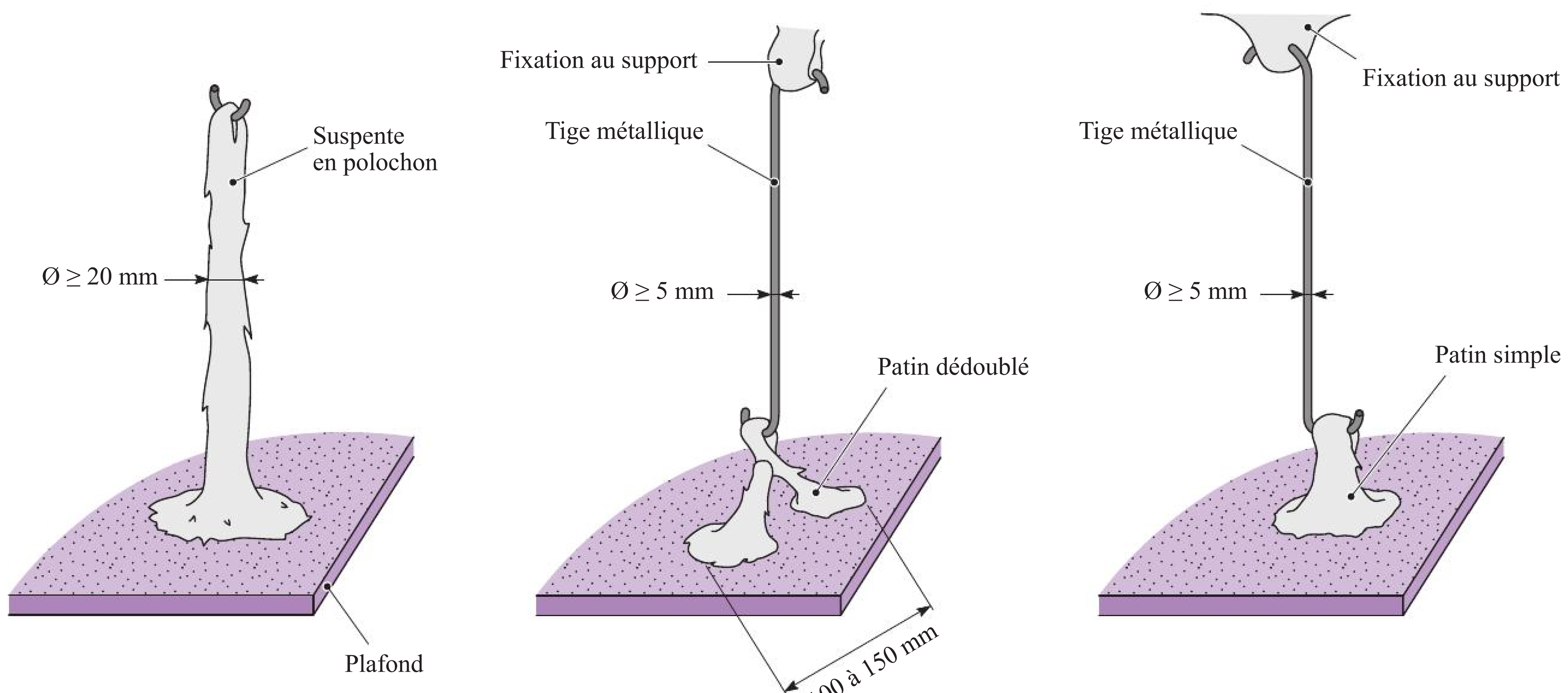
Le staff est un matériau obtenu par le moulage mince d'un plâtre à mouler spécifique, convenablement gâché et armé de fibres, de toiles ou de treillis. Préfabriqué par éléments (moulages ou plaques), l'ouvrage en staff est mis en place par juxtaposition de ces éléments, fixés au support par des suspentes généralement métalliques, puis scellés entre eux et rejointoyés afin de présenter des surfaces continues sans joint apparent (a). Les accessoires de fixation assurent l'écartement de l'ouvrage en plâtre de son support ; ils sont constitués de patins de scellement, suspentes de type polochons simples ou doubles, de tiges filetées, etc. (b).





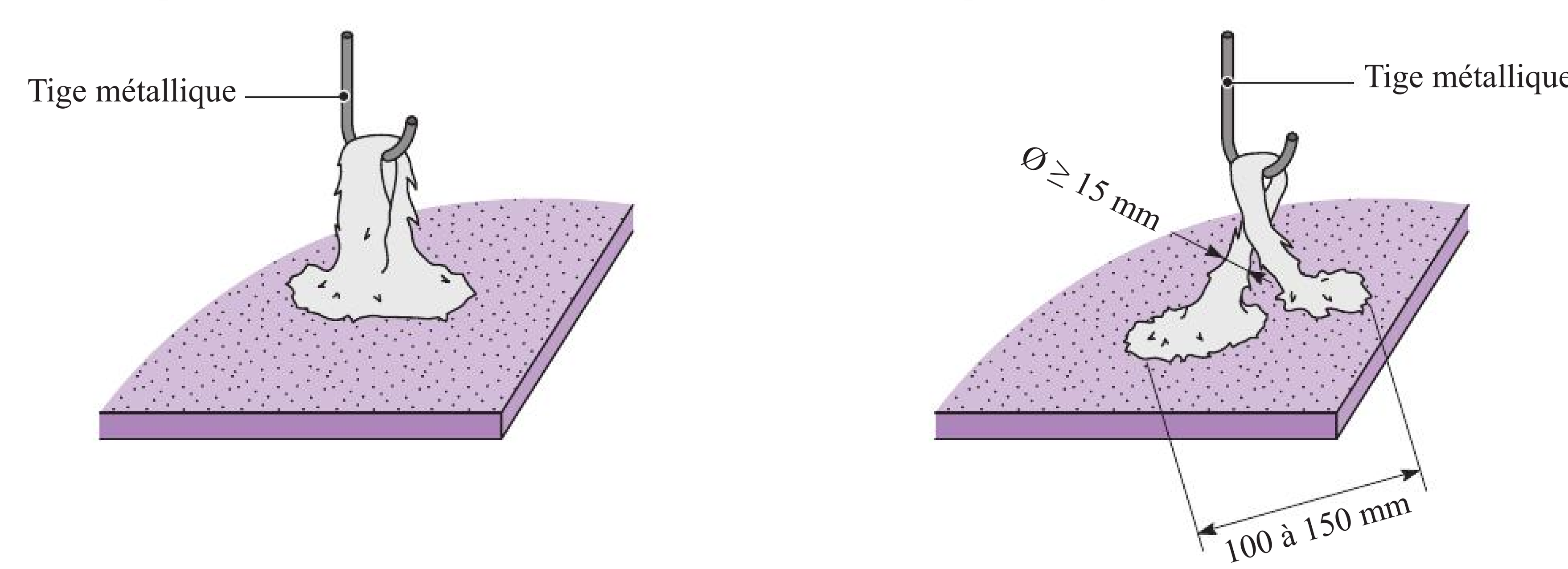
Rosace

a Ouvrage en staff à écartement du support



Suspente en polochon simple

Suspentes en fer rond



Patin simple, dit « à la parisienne »

Patin dédoublé, dit « à la nantaise »

b Accessoires de fixation et de suspente

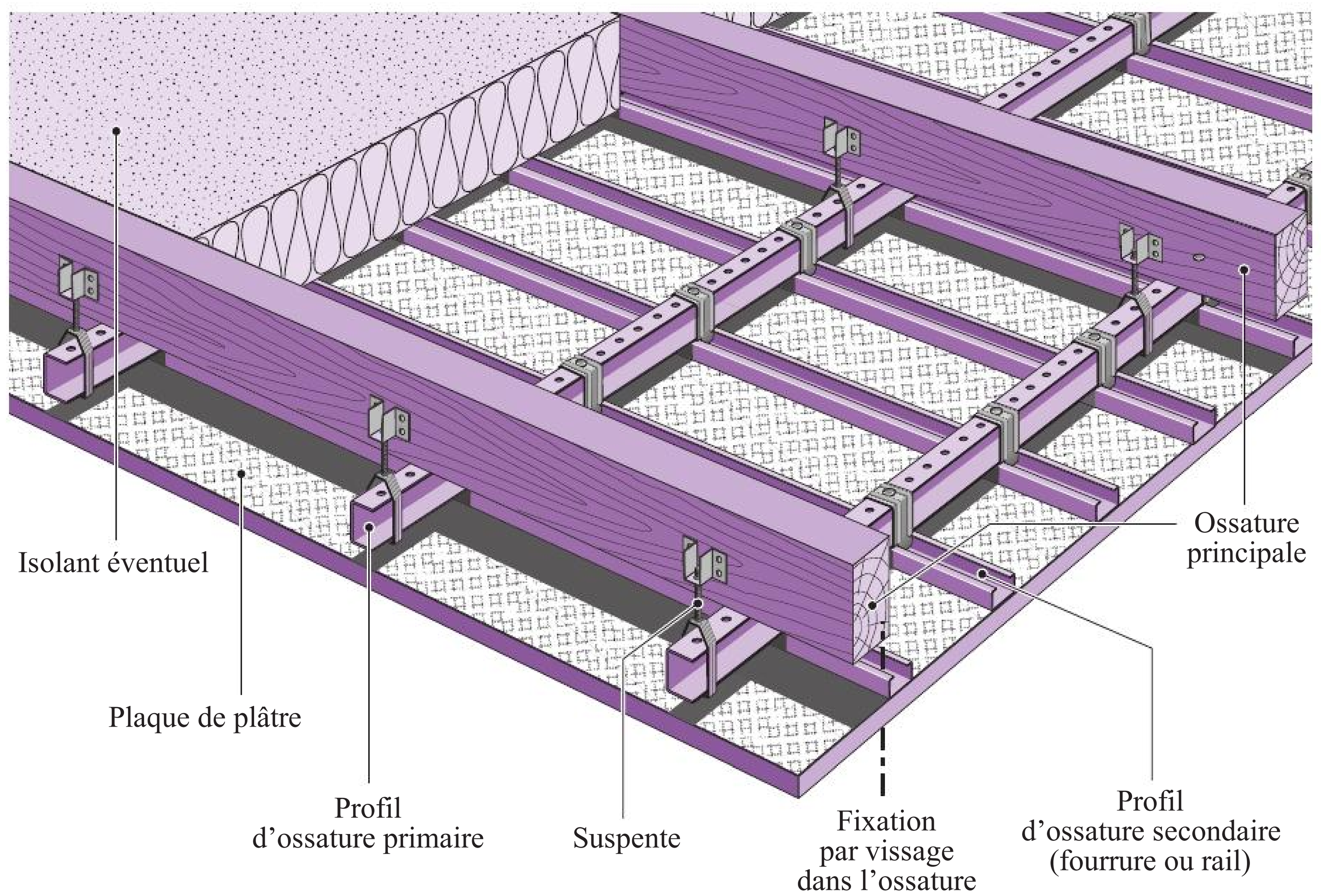
Plafonds suspendus

Les plafonds suspendus sont constitués d'un système de suspension (généralement une ossature métallique) et d'éléments d'habillage en bois, en plâtre, en métal, etc., de tailles et de formes diverses. Ils permettent d'assurer les finitions et de camoufler les gaines et canalisations de distribution électrique ou de fluides. Ils permettent également des économies d'énergie grâce à la mise en place d'isolant entre les montants de leur ossature.

Plafonds suspendus non démontables

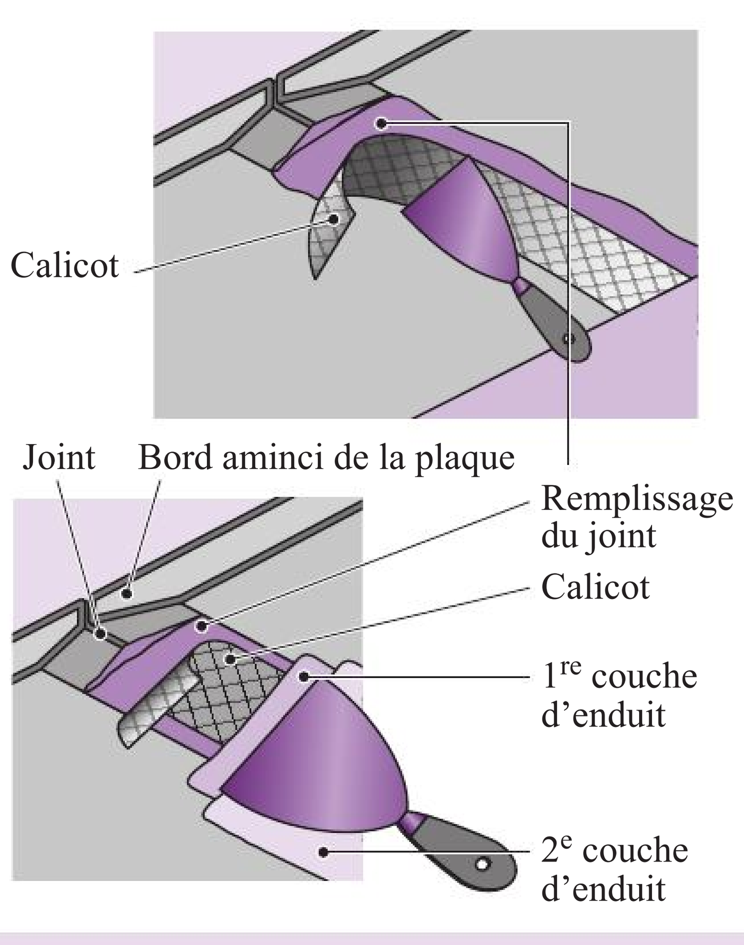
Ces plafonds sont composés de plaques de parement en plâtre, munies d'une face cartonnée, clouées ou vissées sur une ossature en bois ou en métal.
Les ossatures sont constituées de profilés en tôle d'acier qui peuvent être :
- de type C ou W (dits « omega »), appelés « fourrures » lorsque leur base sert d'appuis aux plaques et « montants » lorsque leurs ailes servent d'appui aux plaques ;
- de type L, appelés « cornières », destinés à la réalisation des rives des plafonds ;
- de type U, appelés « rails », utilisés en raccord périphérique.

Les profilés doivent être protégés contre la corrosion par galvanisation à chaud.



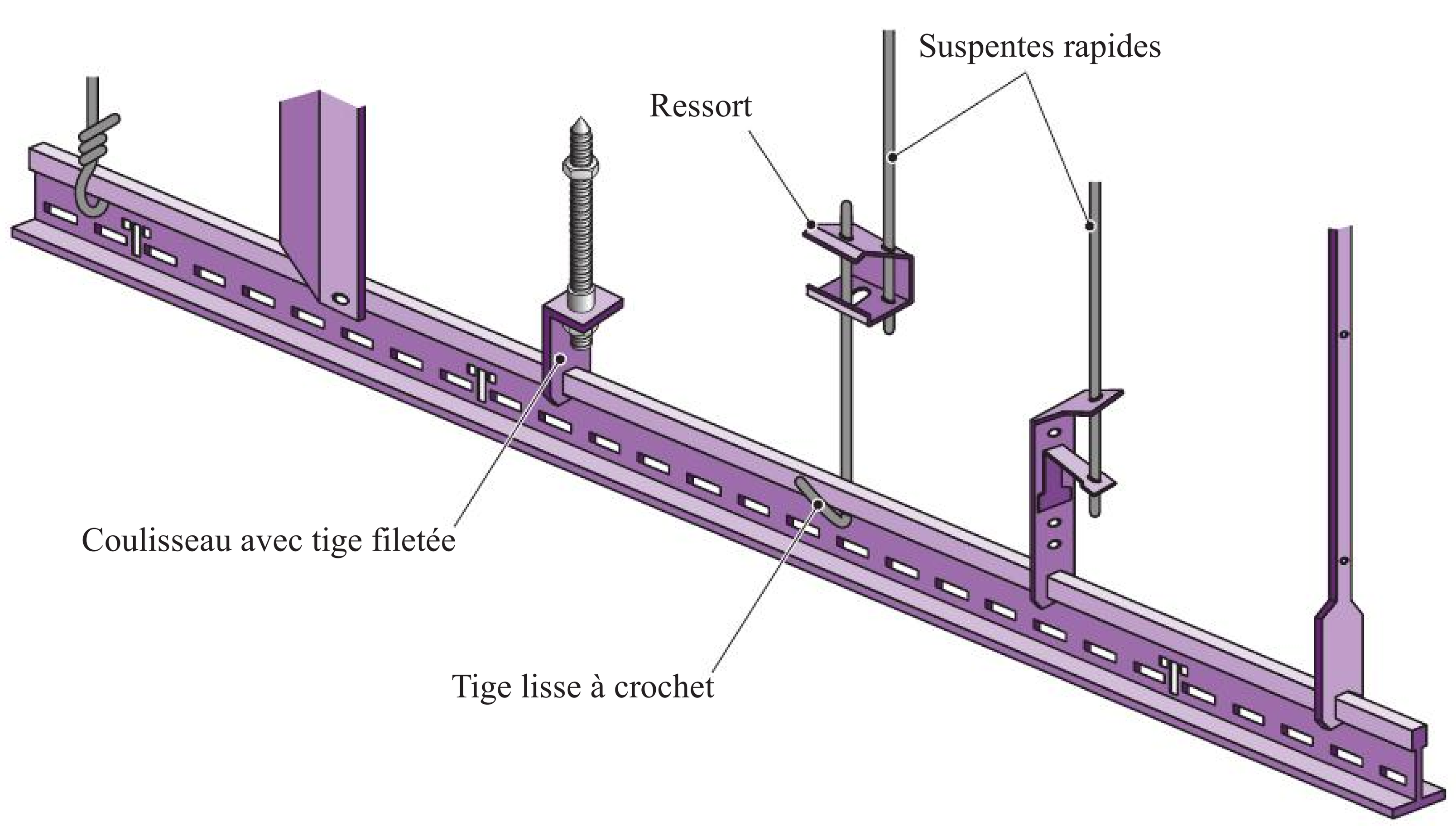
Réalisation des joints

Le bord des plaques de plâtre de plafond est aminci pour recevoir une bande de calicot qui dissimule et renforce les joints. Celle-ci est mise en place sur une couche de remplissage servant à l'accrochage et reçoit deux couches d'enduit de finition.



Dispositifs de suspension

Les éléments d'ossature sont fixés à la structure porteuse au moyen de suspentes, dont la nature et les formes sont variées : tiges droites ou filetées, plats, tubes, etc. Le nombre de suspentes, leur section et leur espacement sont fonction de la charge à supporter. Les fixations doivent être réparties de sorte que la défaillance de l'une d'elles n'entraîne pas la chute du plafond suspendu.



Plafonds suspendus démontables

Ces plafonds sont composés d'éléments d'habillage épais (plaques en laine minérale, bois, laine de bois, plâtre, etc.) ou minces (bacs métalliques avec bords relevés en acier, en aluminium, etc.) emboîtés sur une ossature constituée d'un maillage de profilés métalliques. Les ossatures peuvent être apparentes (a) ou cachées (b) lorsque les éléments sont montés bord à bord sur les quatres côtés.



Pose des cornières périphériques



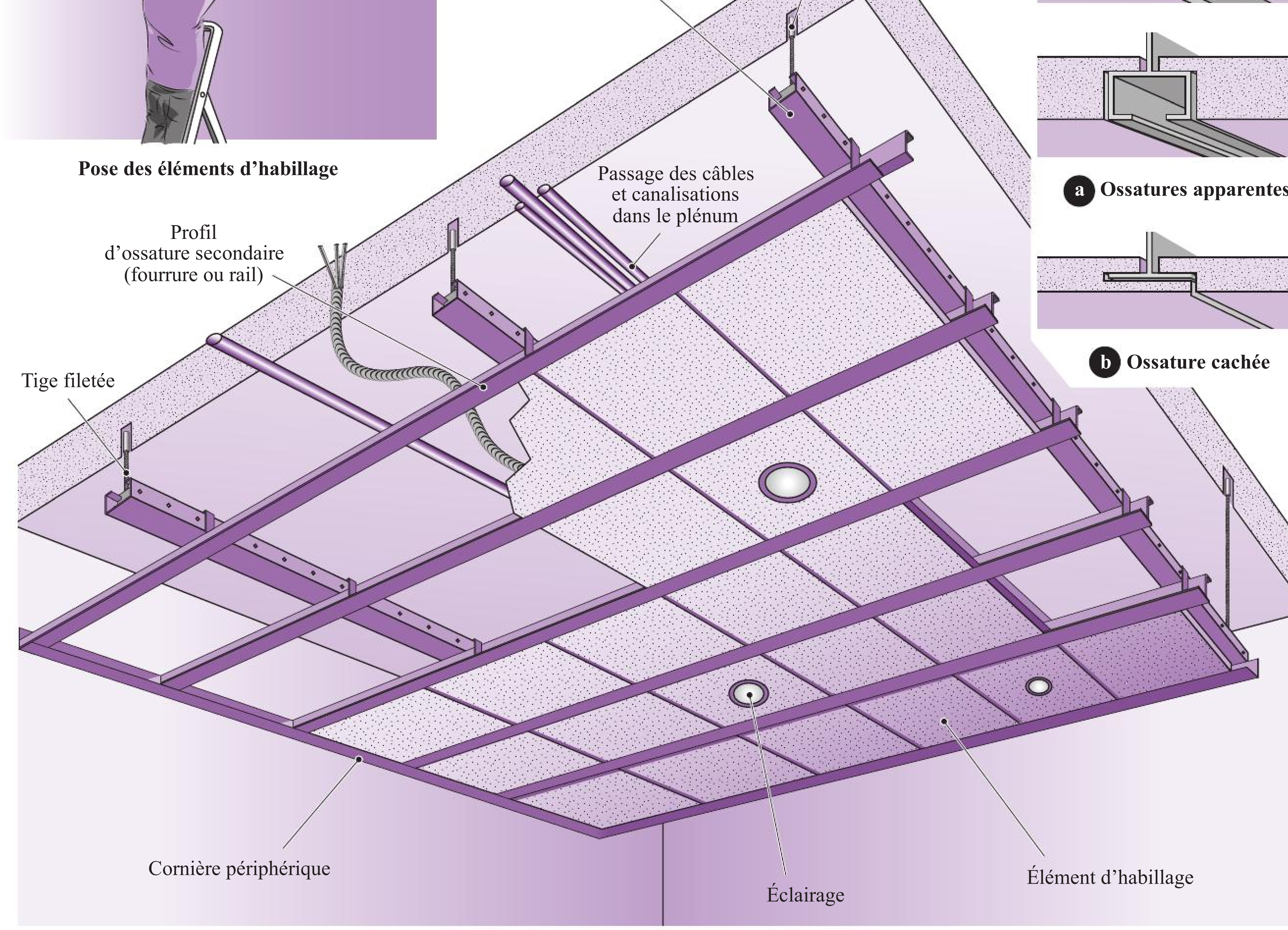
Mise en place des ossatures primaire et secondaire



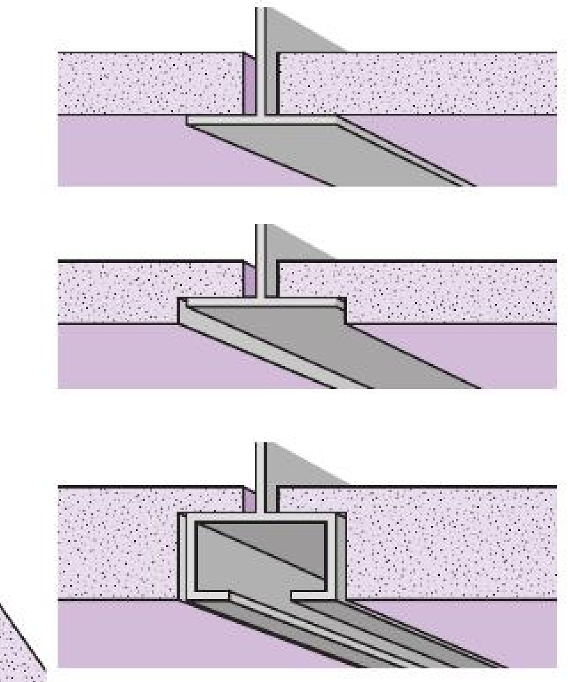
Mise en place de l'isolant



Pose des éléments d'habillage



Plafond suspendu démontable



a Ossatures apparentes

b Ossature cachée

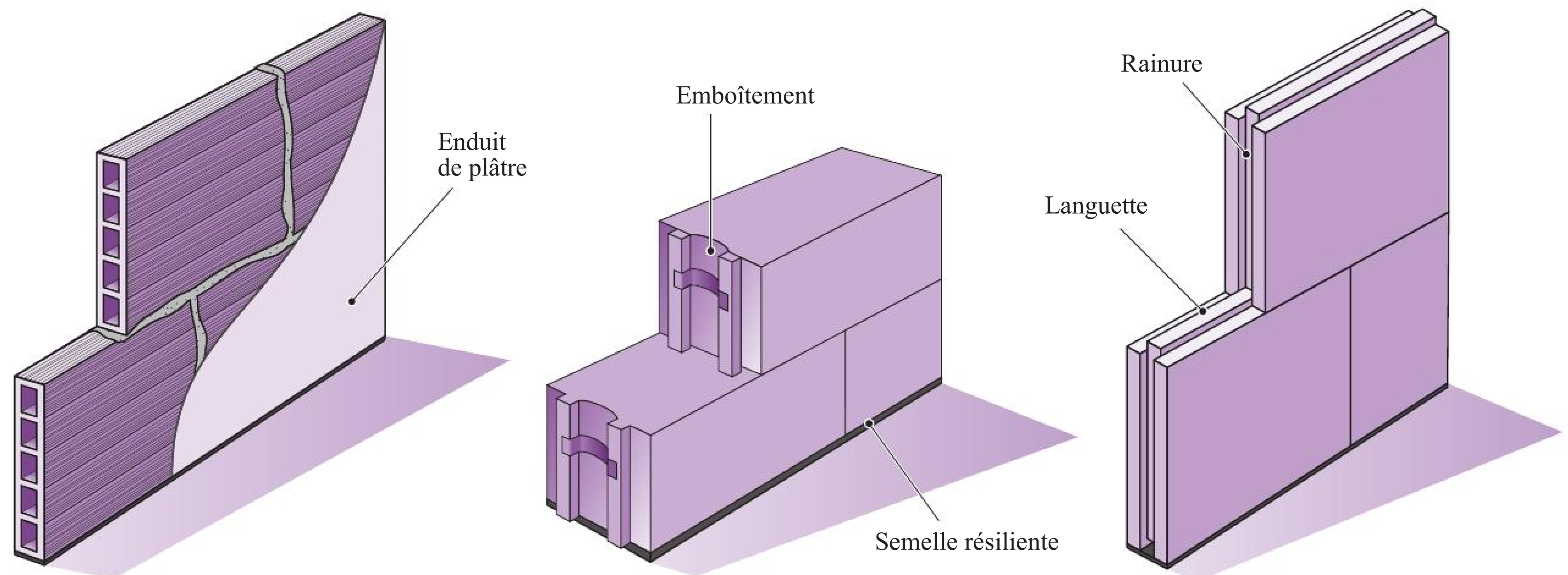
Cloisons de distribution intérieures

Comment ça marche

Les cloisons sont des parois intérieures non porteuses qui permettent de partager l'intérieur d'un bâtiment. Elles délimitent les pièces sèches (séjour, chambres, etc.) et les pièces humides (cuisine, salle d'eau, etc.). Lorsqu'elles séparent des logements contigus entre eux ou lorsqu'elles sont placées entre des logements et les circulations communes, elles doivent répondre à des exigences d'isolation acoustique et de comportement au feu précises.

Cloisons en petits éléments manufacturés

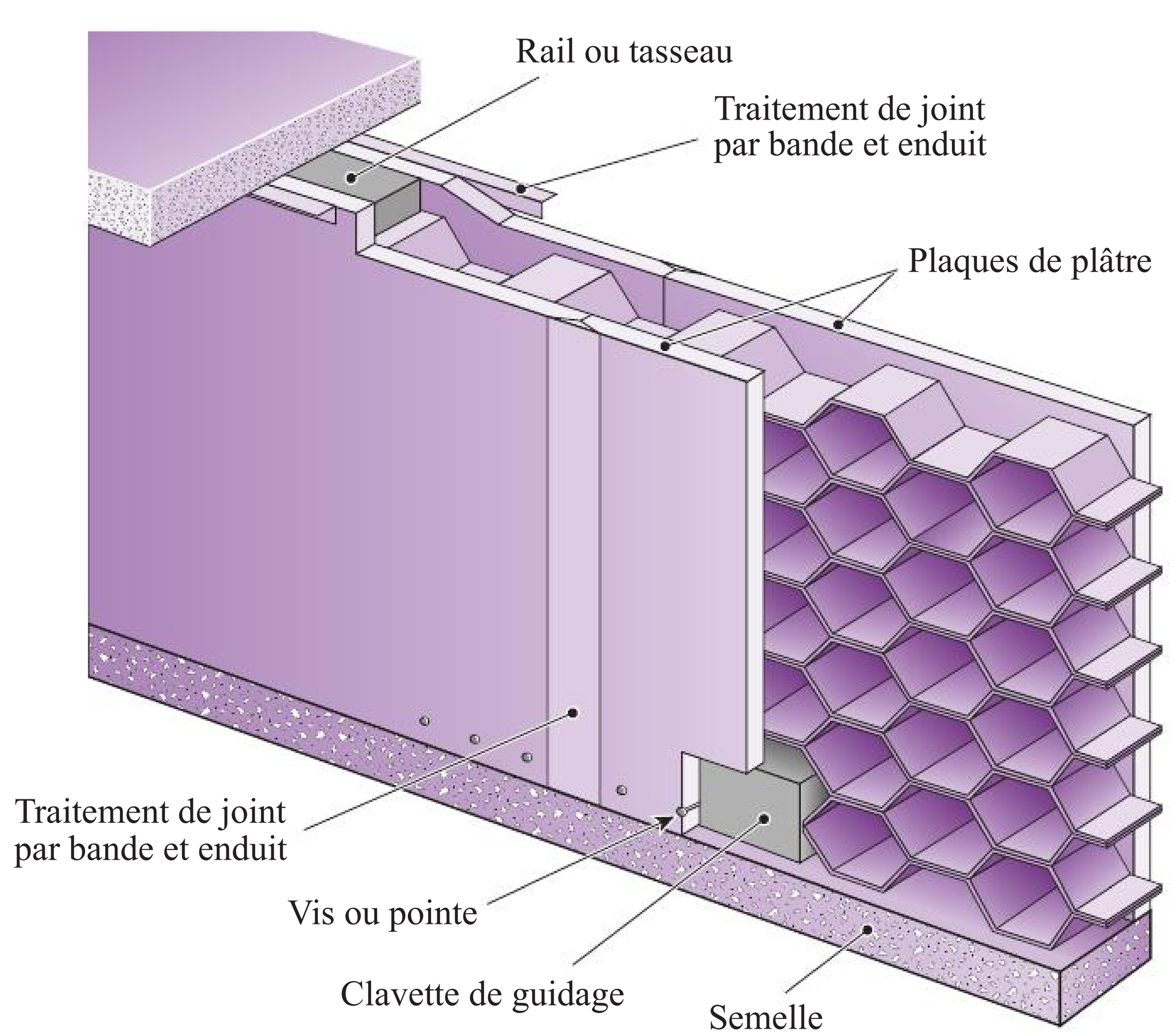
On distingue différentes techniques de réalisation des cloisons en maçonnerie de petits éléments qui utilisent :
- des éléments à enduire (briques plâtrières (a), briques pleines, blocs de béton, etc.) ;
- des éléments lisses à assembler, équipés de dispositifs de jointoiement tels que rainure et languette qui permettent de réduire voire de se passer d'enduit de finition (blocs de béton cellulaire (b), carreaux de plâtre (c), etc.).

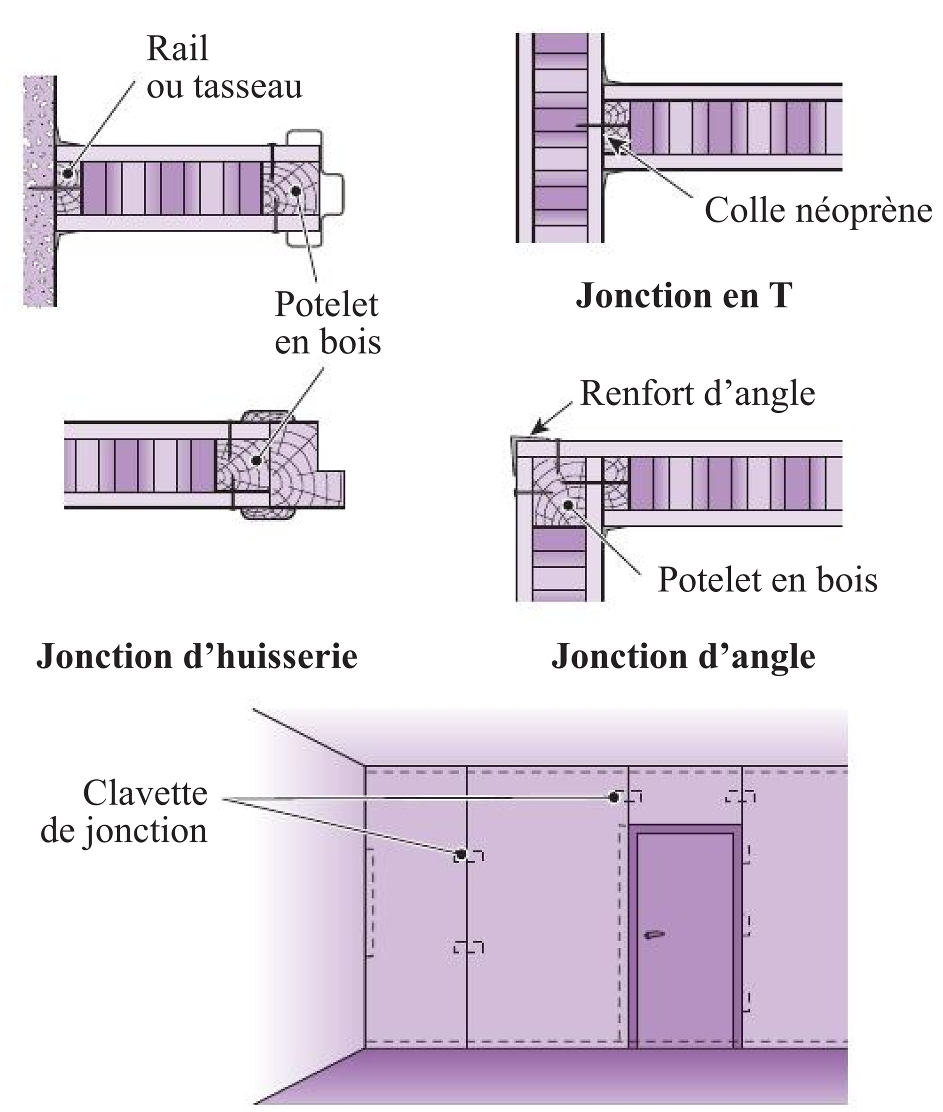


a Briques plâtrières **b** Blocs de béton cellulaire **c** Carreaux de plâtre

Cloison sur réseau alvéolaire

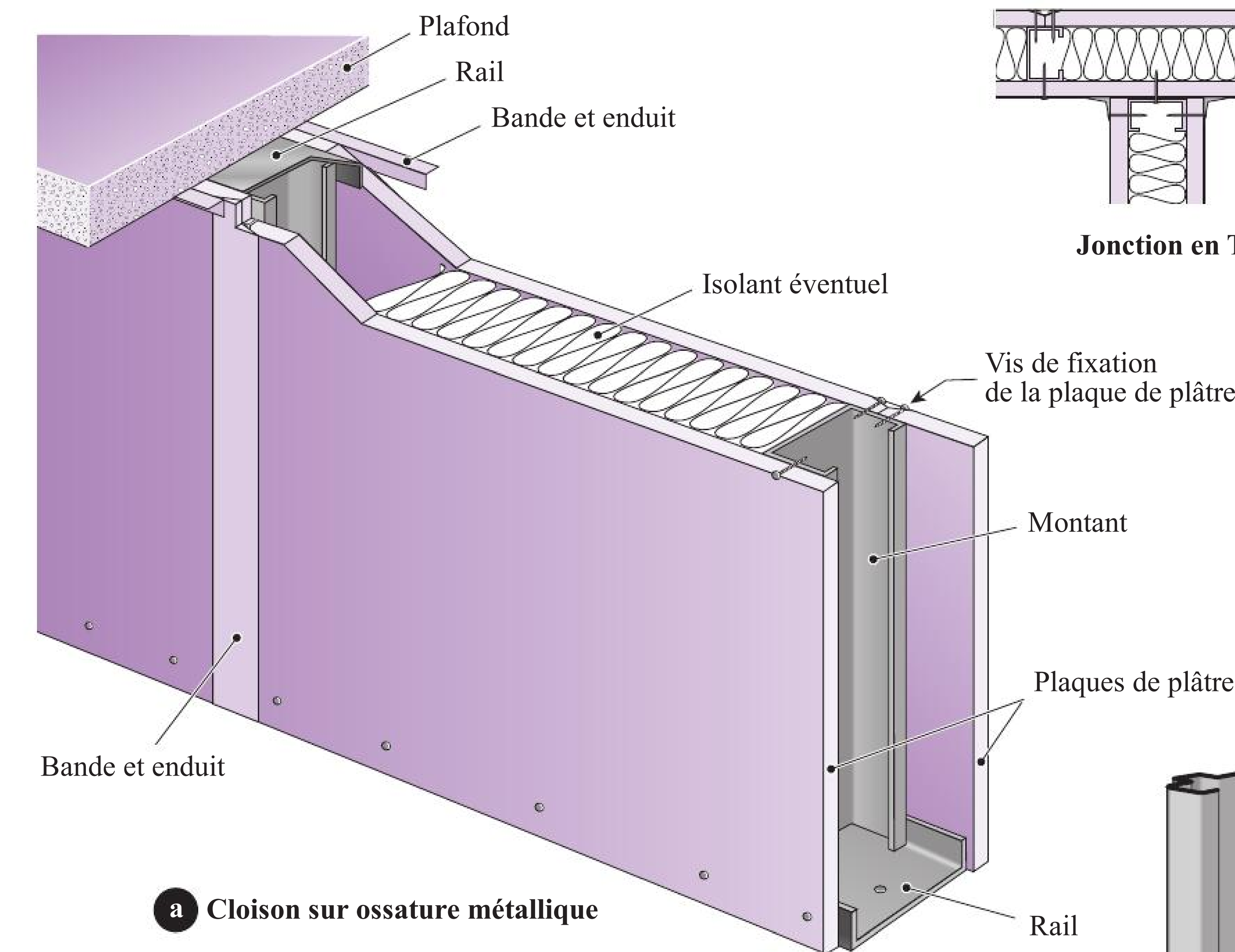
Les cloisons non porteuses autostables en panneaux à âme alvéolaire, d'une hauteur d'étage, sont composées de deux plaques de plâtre collées sur un réseau alvéolaire en carton. Leur montage s'effectue au moyen de lisses basses et hautes en bois ou métalliques, de clavettes réparties sur la hauteur qui solidarisent les plaques entre elles.



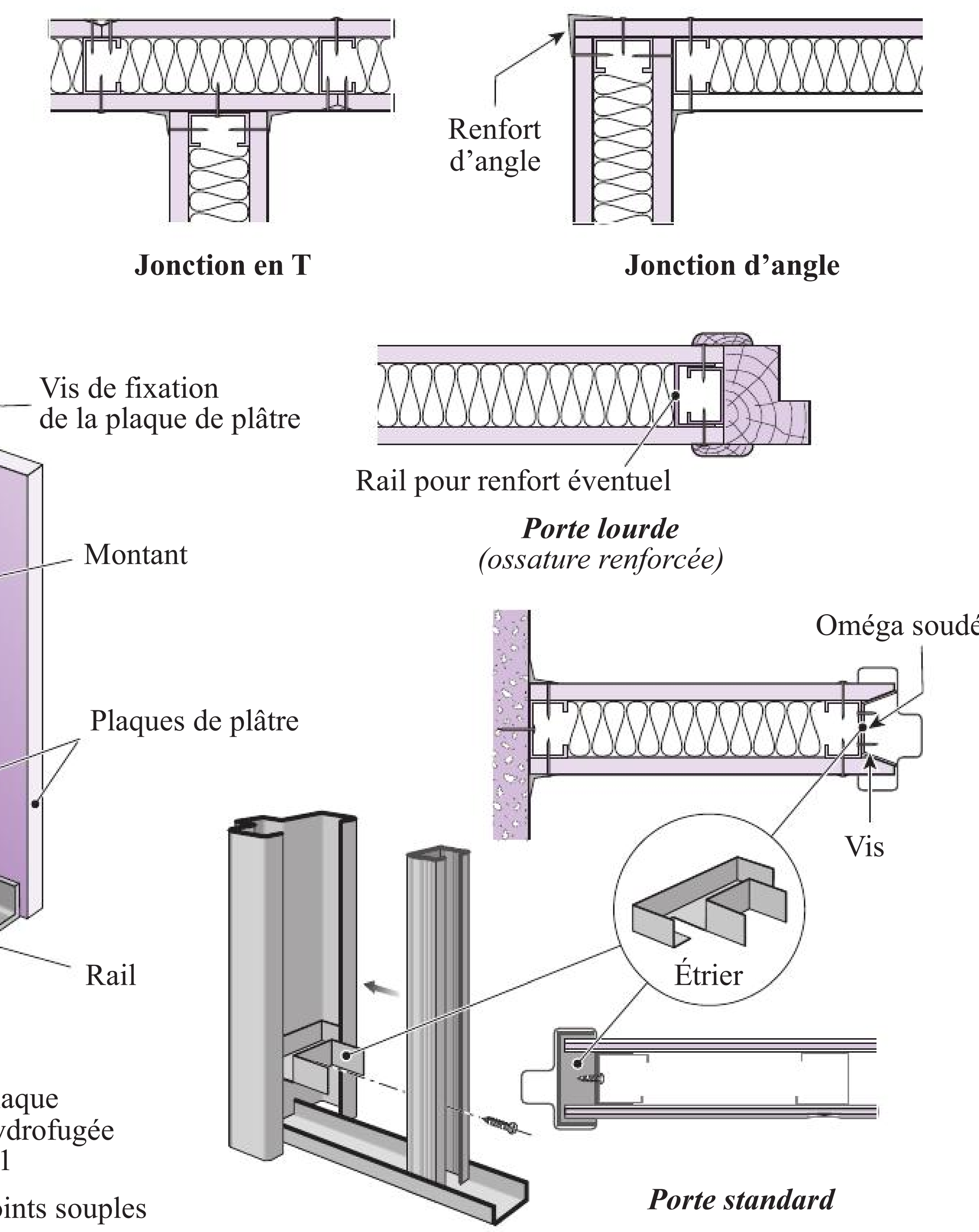


Cloison sur ossature métallique

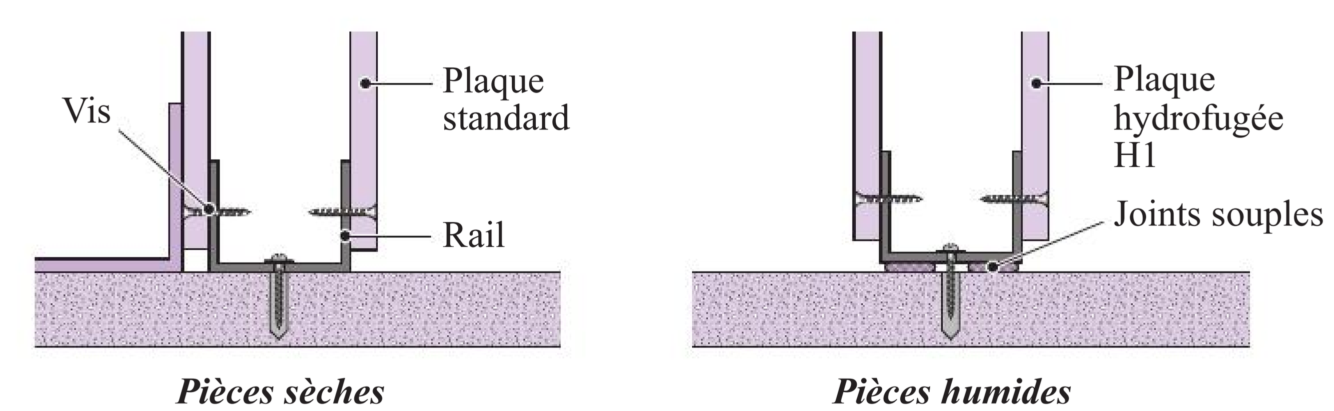
Ces cloisons sont composées d'une ossature métallique comprenant un rail haut fixé au plafond, un rail bas fixé au sol et une série de montants verticaux (a). Cette ossature reçoit éventuellement un isolant thermique et acoustique. Elle est habillée de part et d'autre de plaques de plâtre vissées. Pour la pose des portes standard, les montants d'ossature sont solidarisés au bâti dormant par vissage direct ; des fixations complémentaires peuvent être prévues en pied et sur la traverse haute de l'huisserie (b). Les montants d'ossature doivent être renforcés au droit des portes lourdes. Un jeu est ménagé entre le sol et le bas de la plaque de plâtre fixée sur la lisse basse. Dans les pièces humides, des joints doivent être interposés entre le sol et la lisse basse (c). Pour éviter la chute de personnes, des dispositions spécifiques (renforts et fixations) sont prévues pour les cloisons en surplomb (mezzanines, cages d'escalier, etc.) (d).



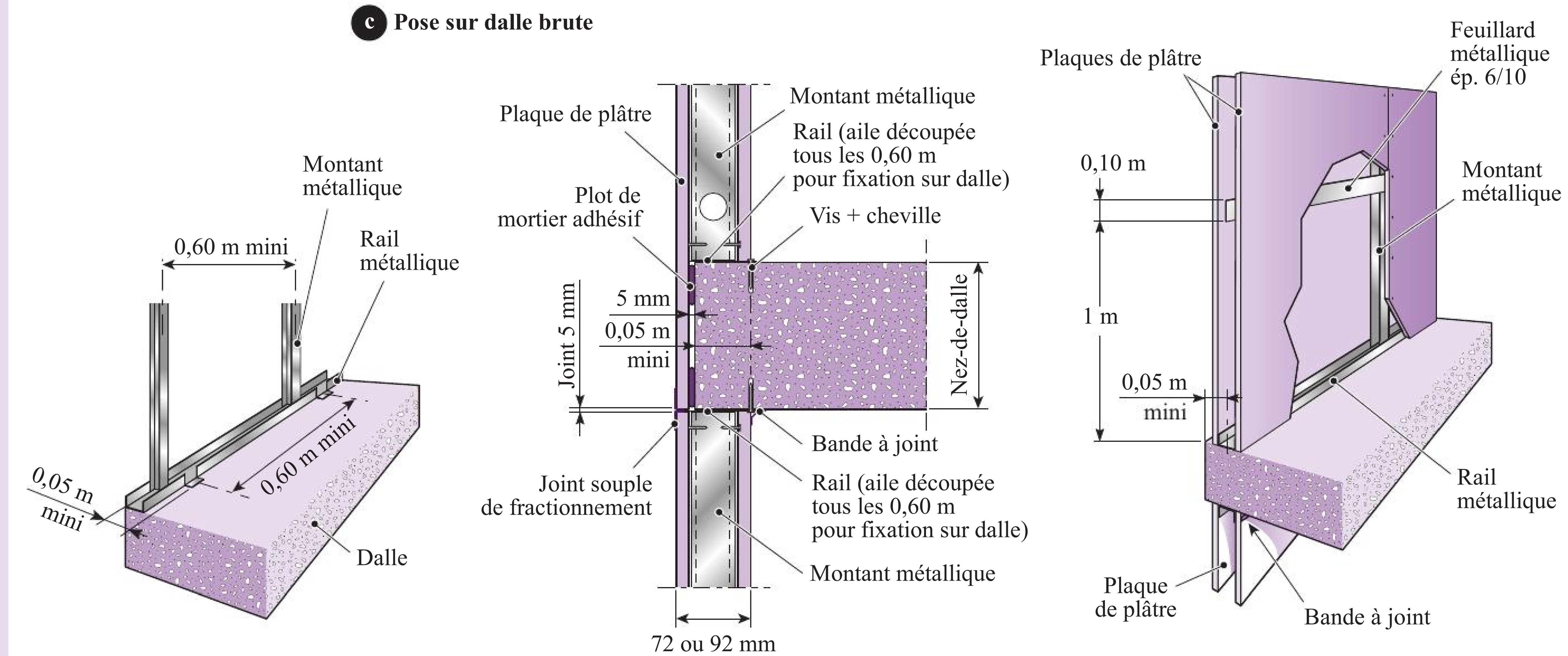
a Cloison sur ossature métallique



b Jonction avec les huisseries



c Pose sur dalle brute



d Renforcement des cloisons en surplomb

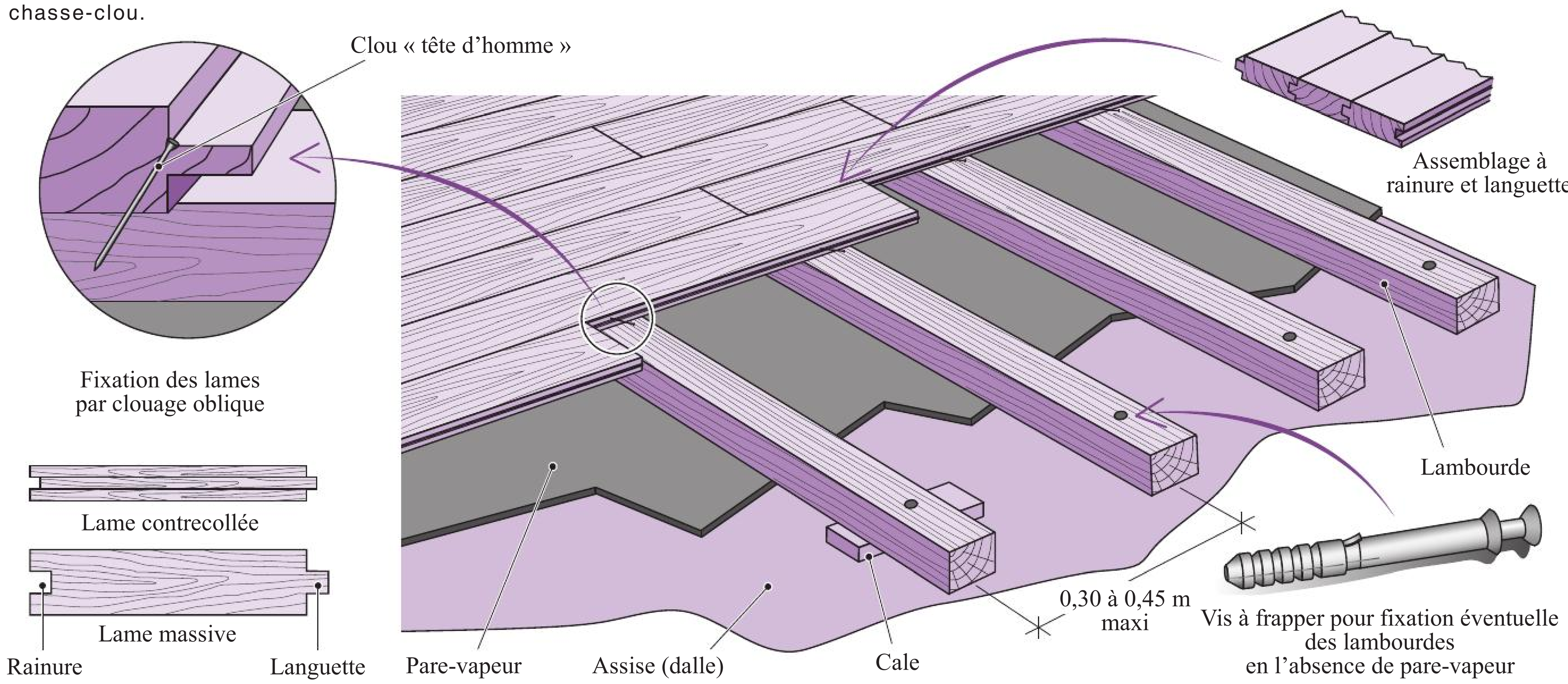
Parquets

Comment ça marche

Trois modes de pose de parquet sont distingués : clouée sur lambourdes, collée et flottante. Les parquets sur lambourdes sont constitués de lames massives en bois, d'une épaisseur de 16 à 22 mm et de longueur variable. Elles sont fixées perpendiculairement sur des lambourdes, pièces de bois brutes de sciage, utilisées comme support des lames. Les parquets collés sont fixés sur le support au moyen de colle. Les parquets flottants sont assemblés et liés entre eux mais ne sont pas fixés au support.

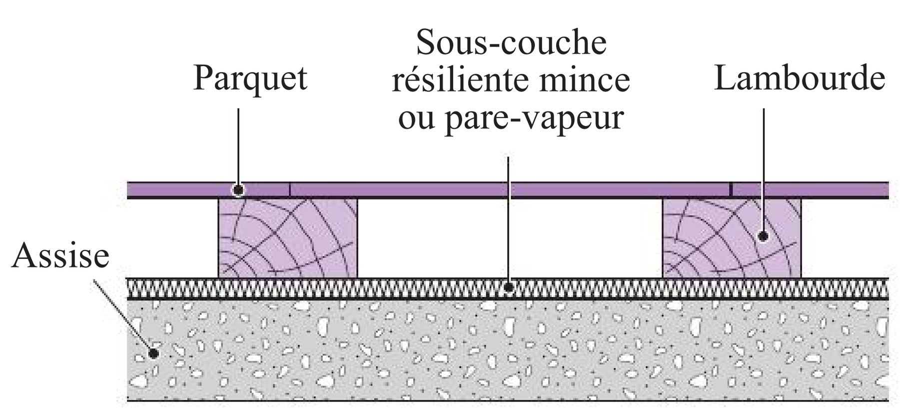
Parquet sur lambourdes

Le pare-vapeur assure la protection contre les remontées d'humidité. Les lambourdes peuvent être flottantes ou fixées à l'aide de vis à frapper. Des cales rattrapent les défauts éventuels de planéité de l'assise. L'assemblage des lames est ajusté à rainure et languette. Les lames sont fixées aux lambourdes par un clouage oblique dissimulé dans leurs languettes, la tête du clou étant enfoncée à l'aide d'un chasse-clou.

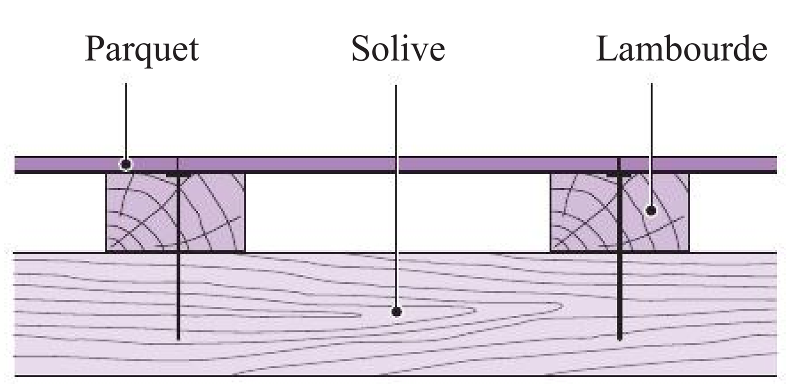


Pose des lambourdes

Les lambourdes sont posées selon un écartement régulier maximal de 45 cm et alignées avec des joints décalés d'une rangée à une autre. Elles sont flottantes ou fixées à l'assise.



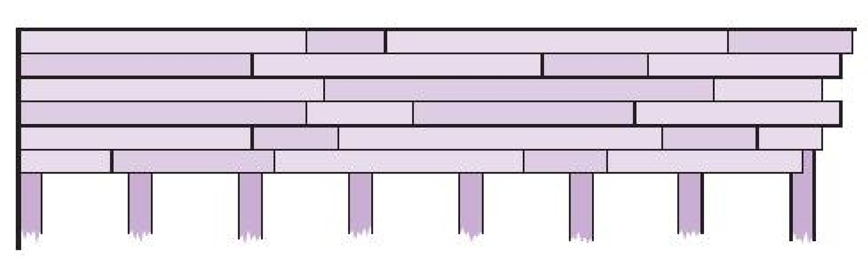
Parquet avec lambourdes flottantes



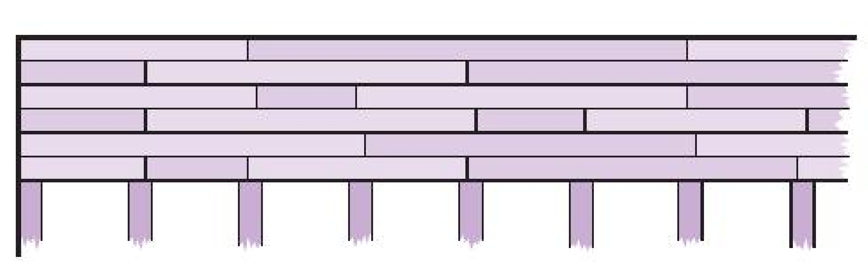
Parquet avec lambourdes fixées par clouage sur les solives

Pose des lames

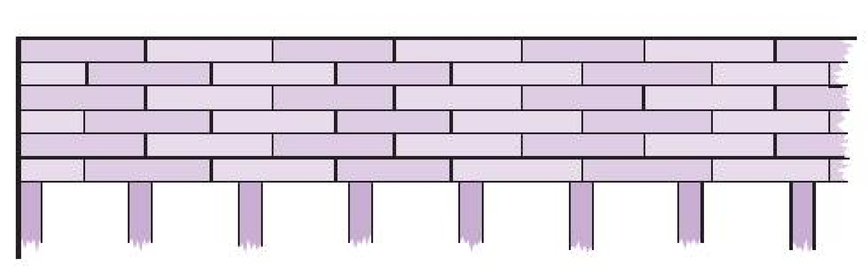
Plusieurs poses et dispositions esthétiques sont possibles selon la nature du support et la disposition des joints. Usuellement, les lames à parquet sont orientées perpendiculairement au mur qui présente l'éclairement naturel le plus important.



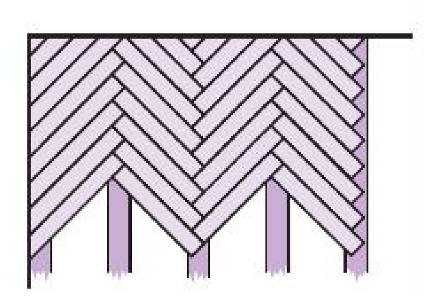
Pose des lames à l'anglaise à coupe perdue



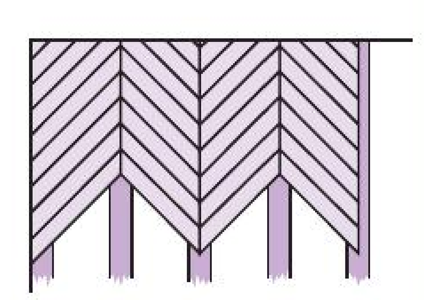
Pose des lames à l'anglaise à joints sur lambourdes



Pose des lames à l'anglaise à coupe de pierre



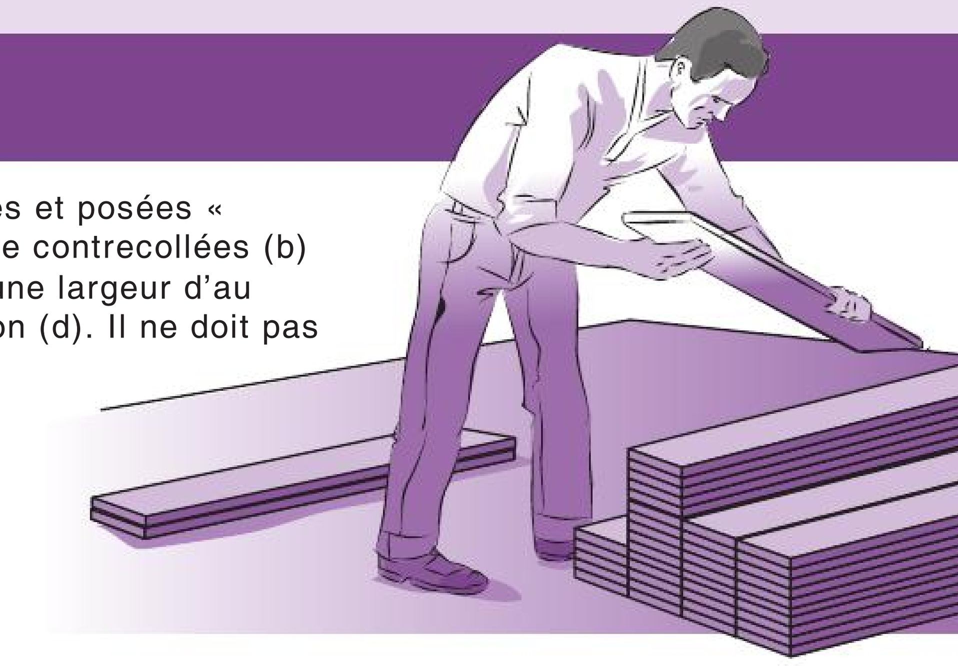
Pose des lames à bâtons rompus

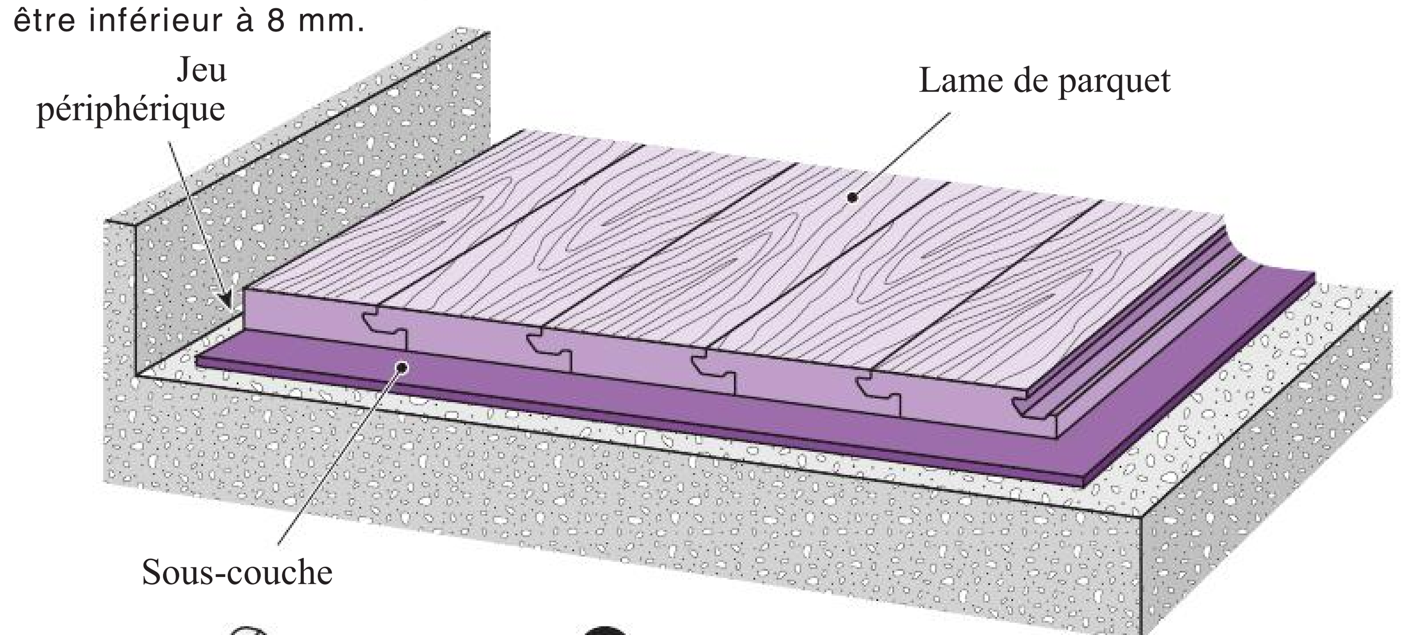


Pose des lames en point de Hongrie

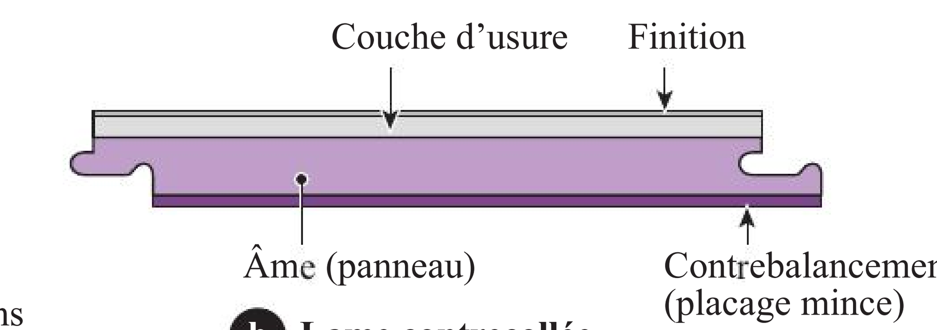
Parquet en pose flottante

En pose flottante, les lames de parquet ne sont pas fixées au support mais liées entre elles et posées « flottantes » sur une sous-couche qui les sépare du support (a). Les lames, qui peuvent être contrecollées (b) ou stratifiées, sont assemblées par collage ou par verrouillage (c). Un jeu périphérique d'une largeur d'au moins 0,15 % de la plus grande dimension couverte par le parquet permet sa libre dilatation (d). Il ne doit pas être inférieur à 8 mm.

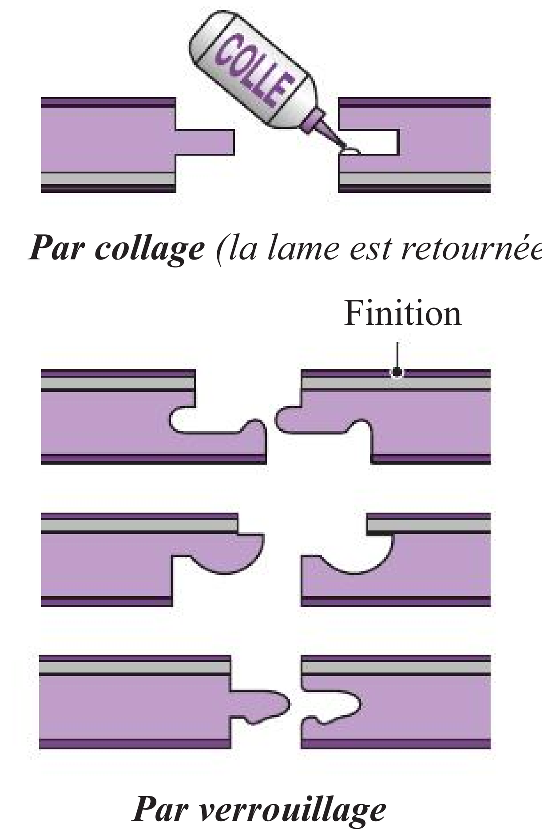




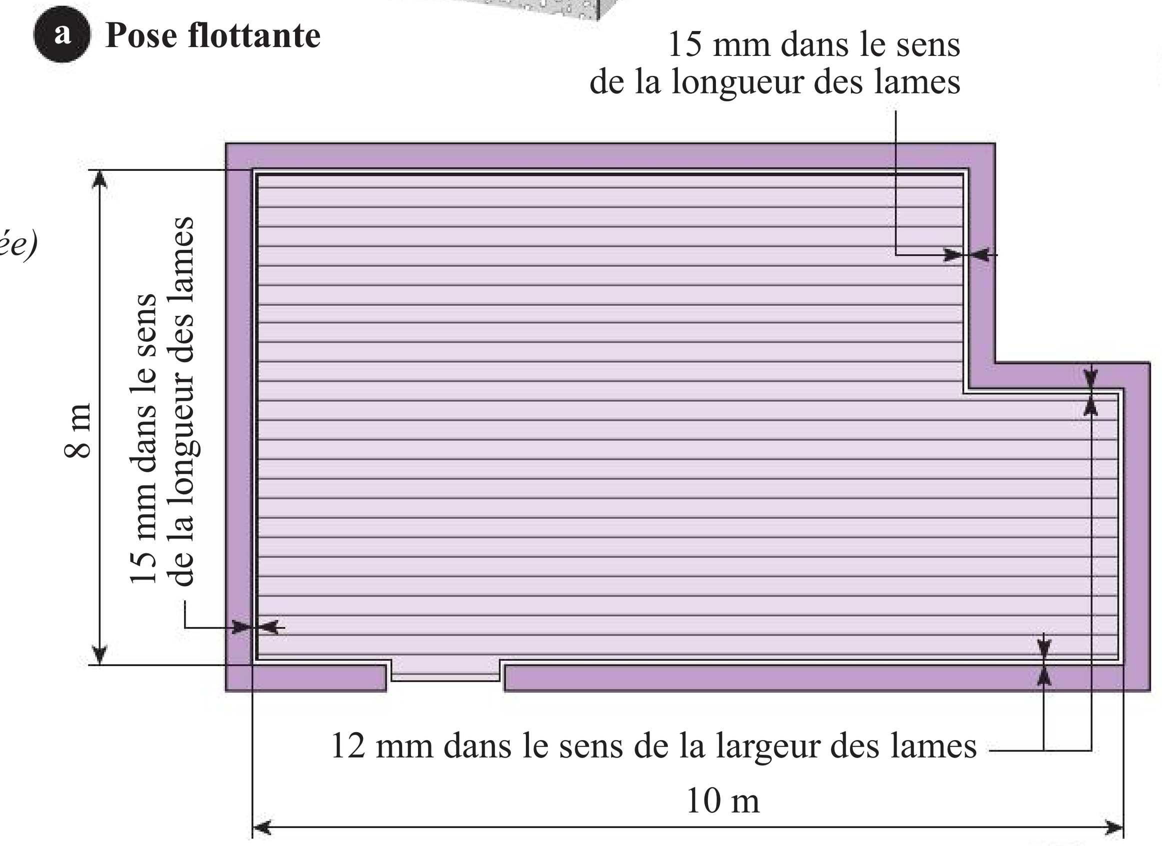
a Pose flottante



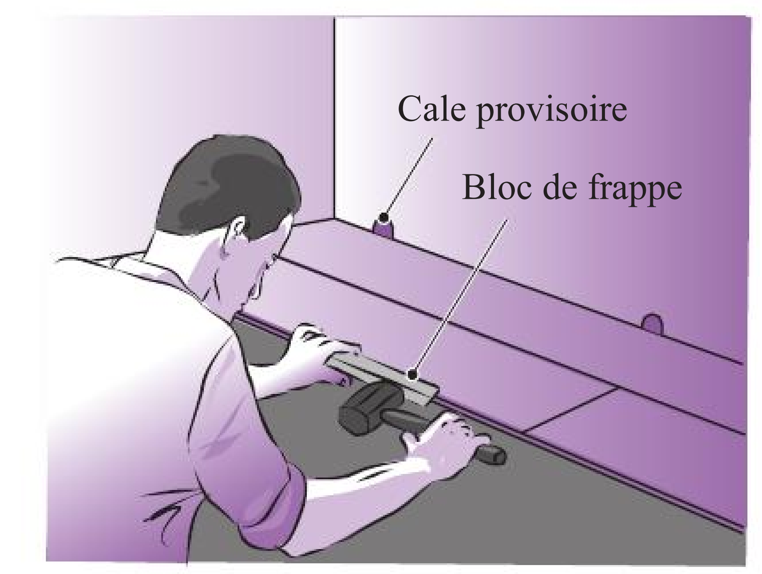
b Lame contrecollée



c Assemblage des lames



Exemple de calcul

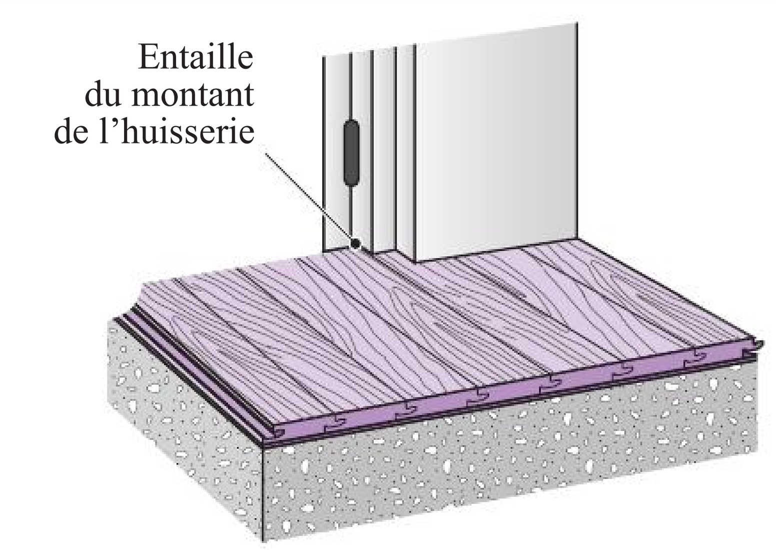


Des cales provisoires permettent de respecter le jeu périphérique lors de la pose

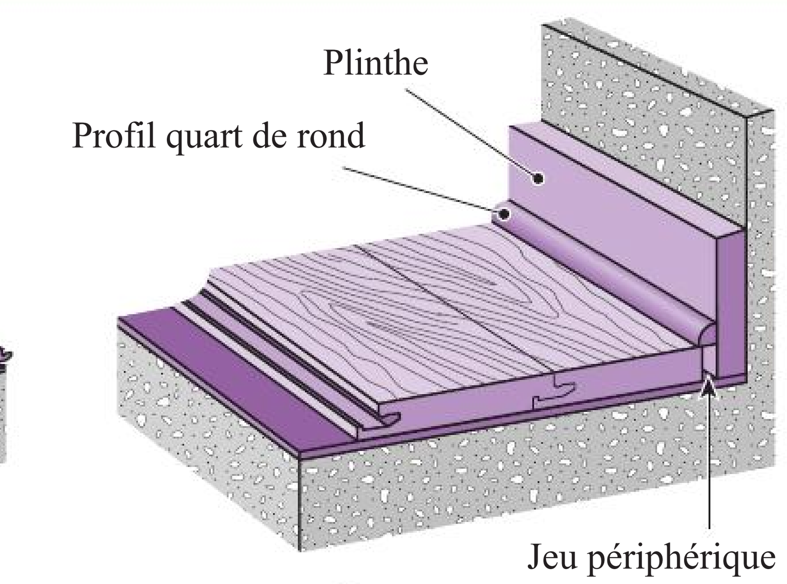
d Jeu périphérique

Points singuliers

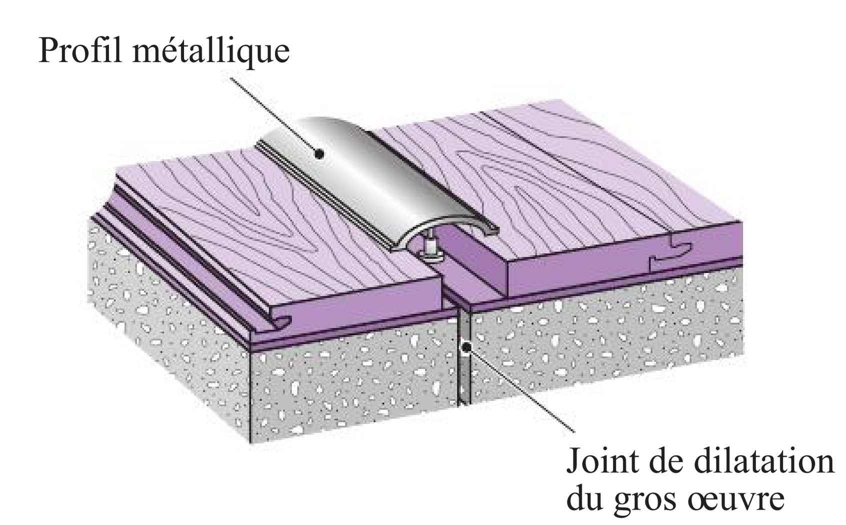
Une entaille en pied d'huisserie permet de dissimuler le jeu périphérique (a) ; il est masqué en plinthe par la pose d'un profil quart de rond (b). Les joints de dilatation du gros œuvre ne doivent pas être recouverts par le parquet, arrêté de part et d'autre du joint et recouvert par un profil permettant sa dilatation (c). Le jeu nécessaire au passage de tuyaux (chauffage, canalisations d'eau, etc.) est recouvert au moyen d'une rondelle (d). Les barres de seuil permettent le rattrapage de niveau entre deux pièces ou entre des revêtements de sol de nature et d'épaisseur différentes (e).



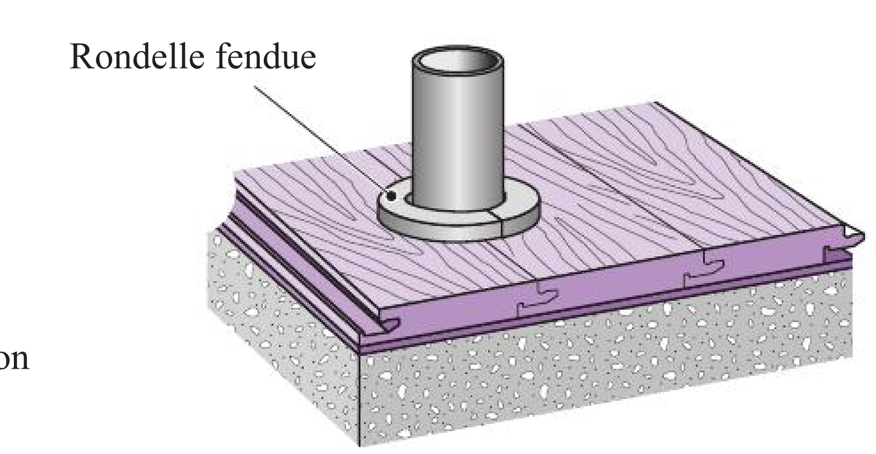
a Pied d'huisserie



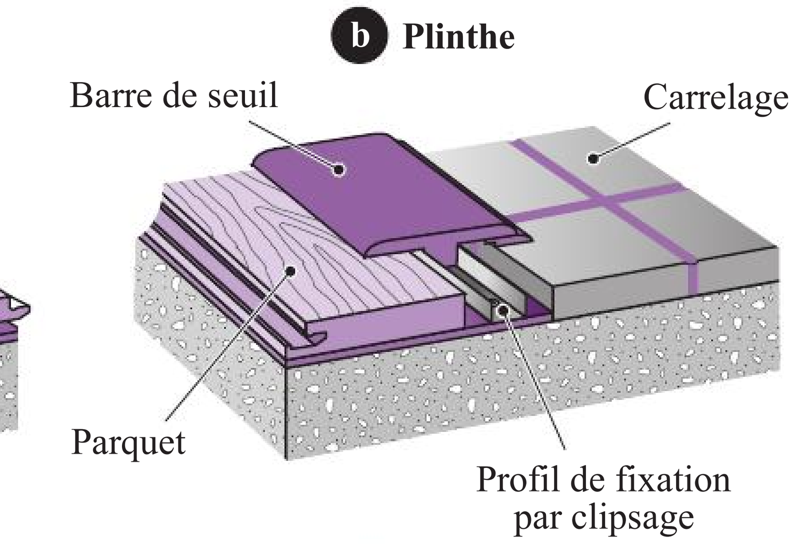
b Plinthe



c Joint de dilatation



d Traversée de tuyau



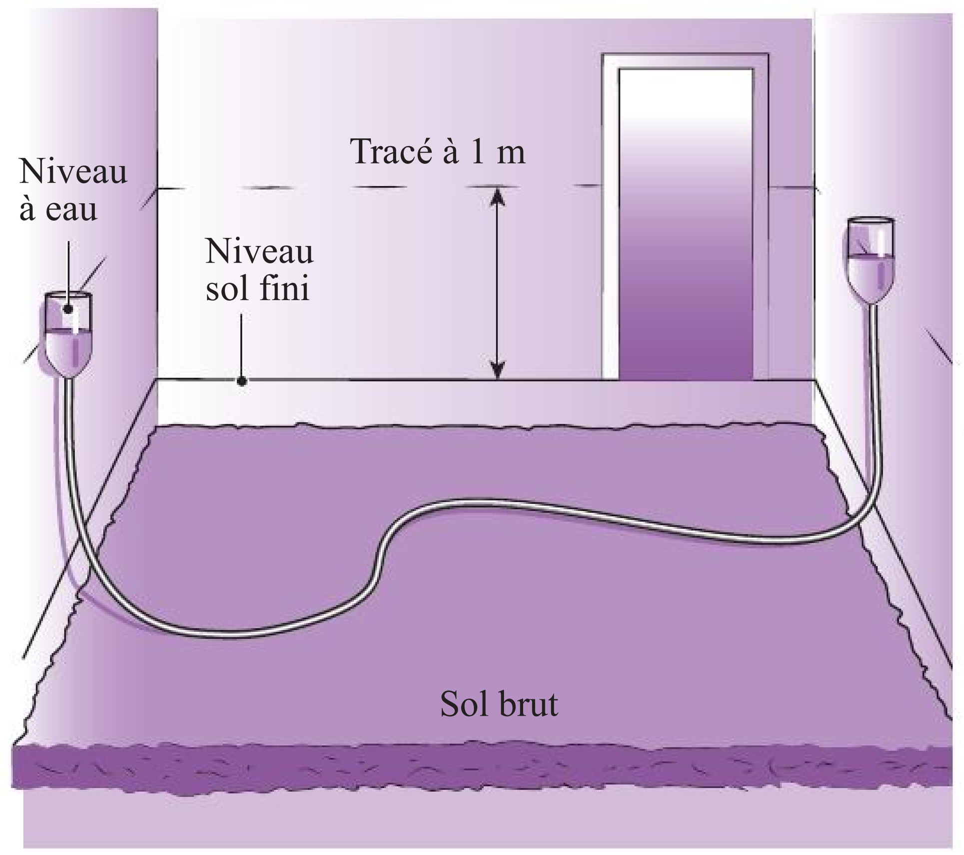
e Rattrapage de niveau

Carrelages

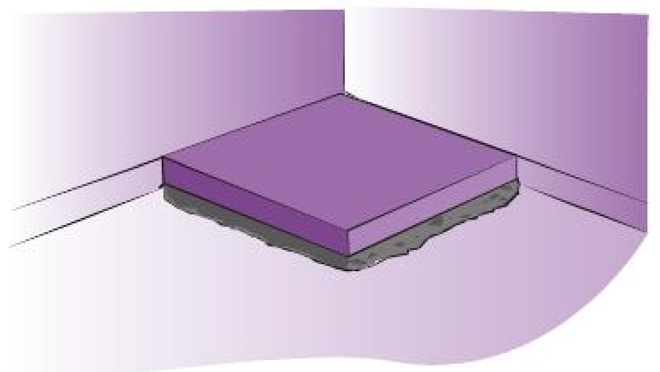
La pose scellée est réalisée au mortier de scellement sur une chape de ciment sèche et permet la pose de carreaux de gabarits irréguliers : rustiques, artisanaux ou terres cuites. Ce type de pose exige que le sol soit solide et stable. Il est fréquemment utilisé pour les pièces humides : cuisine, salle de bains, terrasse, etc. Pour la pose en étage, l'avis d'un architecte est nécessaire afin de respecter la charge que peut supporter le sol existant. La pose collée, murale ou au sol, est réalisée par simple ou double encollage.

Pose scellée sur chape

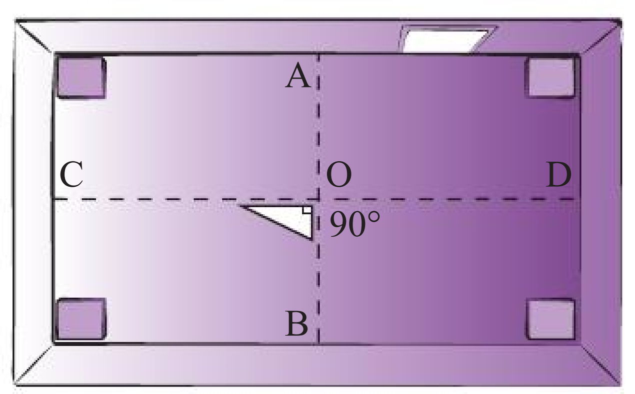
La chape, d'une épaisseur de 4 à 7 cm, est réalisée au mortier maigre : mélange chaux/ciment et sable naturel lavé de granulométrie 0,2/0,4. Une bande de remontée en mousse le long des murs permet les dilatations éventuelles. Le mortier est tiré à la règle de niveau pour obtenir une forme plane. Les carreaux peuvent être posés sur une chape déjà tirée ou au fur et à mesure de l'étalement du mortier.



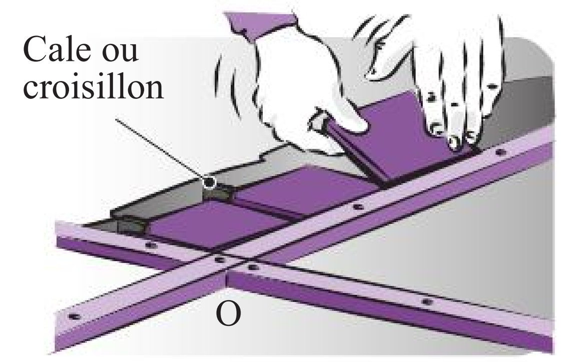
Si le sol est brut, tracer un trait de niveau à 1 m de haut sur le pourtour de la pièce avec un niveau à eau et un cordeau traceur. À partir de ce trait est tracé un autre trait de niveau correspondant à la hauteur du sol fini.



(1) Placer des repères (carreaux provisoirement scellés) dans les 4 angles de la pièce.



(2) Tracer les axes de la pièce. Le point O sert de point de départ de la pose.



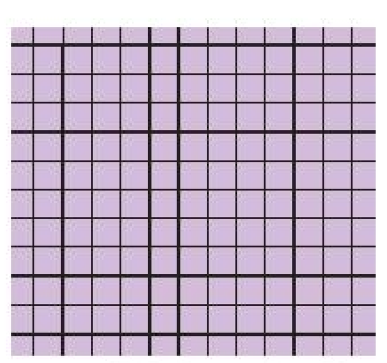
(3) Des cales placées au fur et à mesure de la pose des carreaux permettent d'obtenir des joints réguliers.



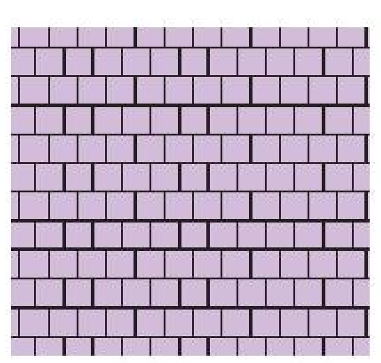
(4) Contrôler la planéité de l'ensemble à l'aide d'une règle et d'un niveau à bulle.

Calepinage

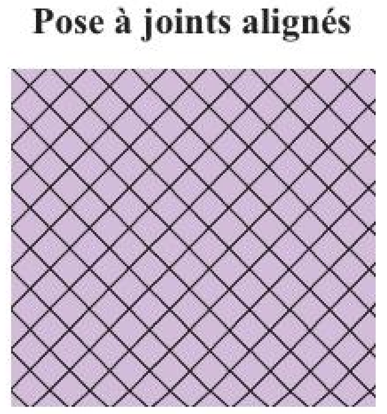
Le calepinage représente l'agencement des carreaux : pose droite, diagonale, alignée ou non, etc. Il est possible de les poser en associant formats et couleurs. La surface à couvrir doit être calculée sans tenir compte des joints qui ne représentent que 1 à 3 % de la surface. 5 % sont ajoutés pour les découpes d'une pose droite et 15 % pour une pose en diagonale.



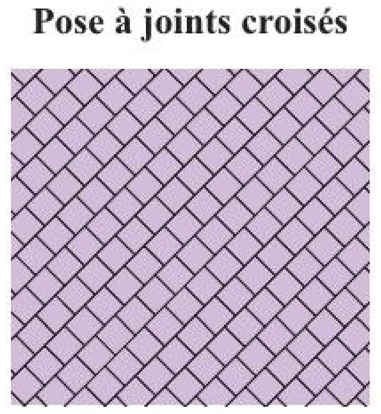
Pose à joints alignés



Pose à joints croisés



Pose diagonale à joints alignés



Pose diagonale à joints croisés

Joints

Leur rôle est d'assurer la finition et d'empêcher l'humidité d'altérer le scellement du carreau. Pour améliorer les performances du joint en poudre (blanc, gris ou coloré), un assouplissant peut être ajouté à l'eau de gâchage. Pour la liaison entre le carrelage et les équipements sanitaires, un joint de silicone adapté doit être employé. Pour les pièces d'une surface de plus de 15 m², un vide de 3 mm au droit des murs évite les risques de soulèvement dus à la dilatation.



La colle à joint est étalée au moyen d'une raclette. Lui laisser le temps de s'écouler sous le carrelage permet d'obtenir une meilleure adhérence.



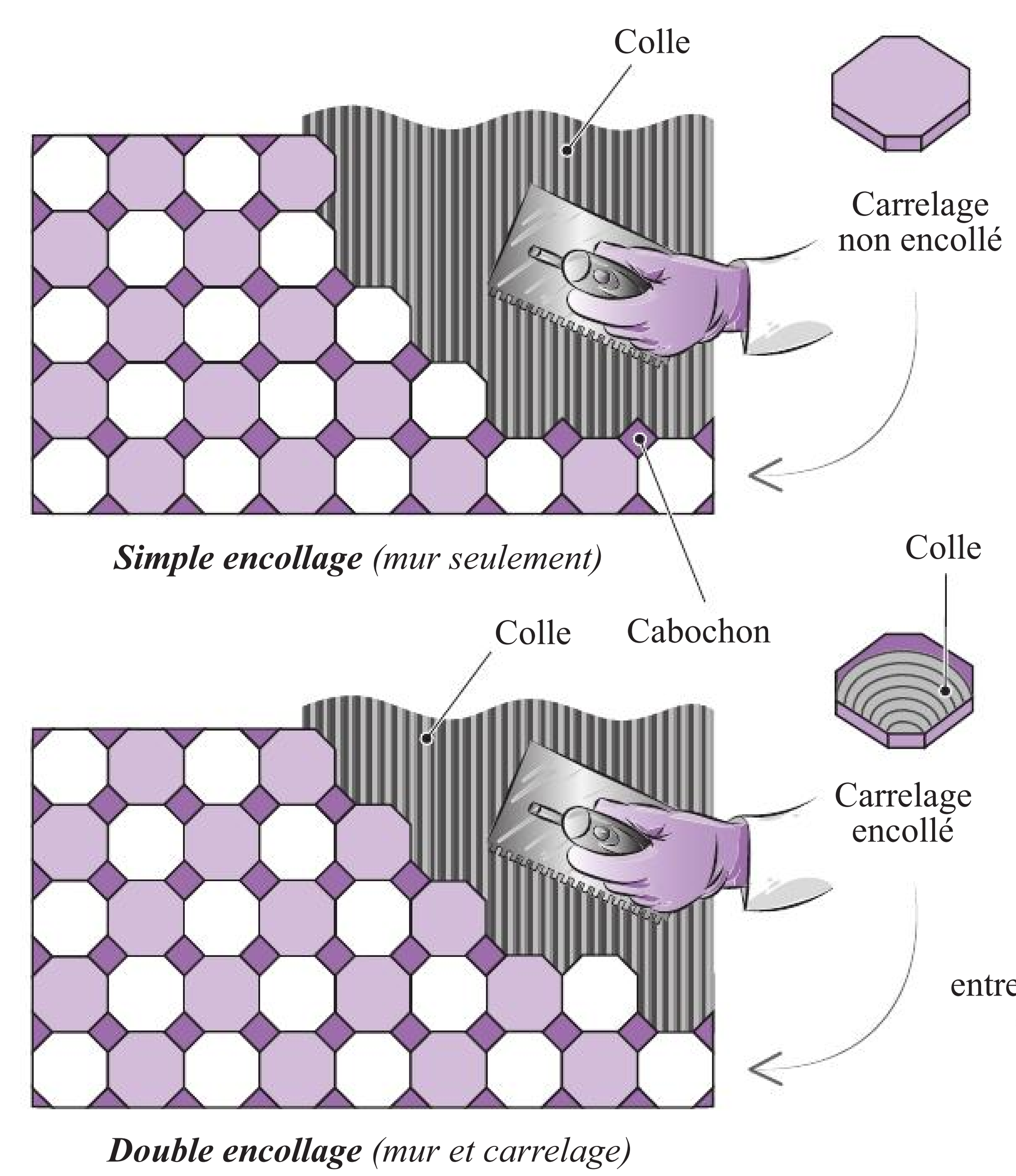
À l'aide d'un seau d'eau et d'une éponge, le surplus est enlevé. La finition consiste à lustrer l'ensemble du carrelage avec un chiffon doux.

Pose collée

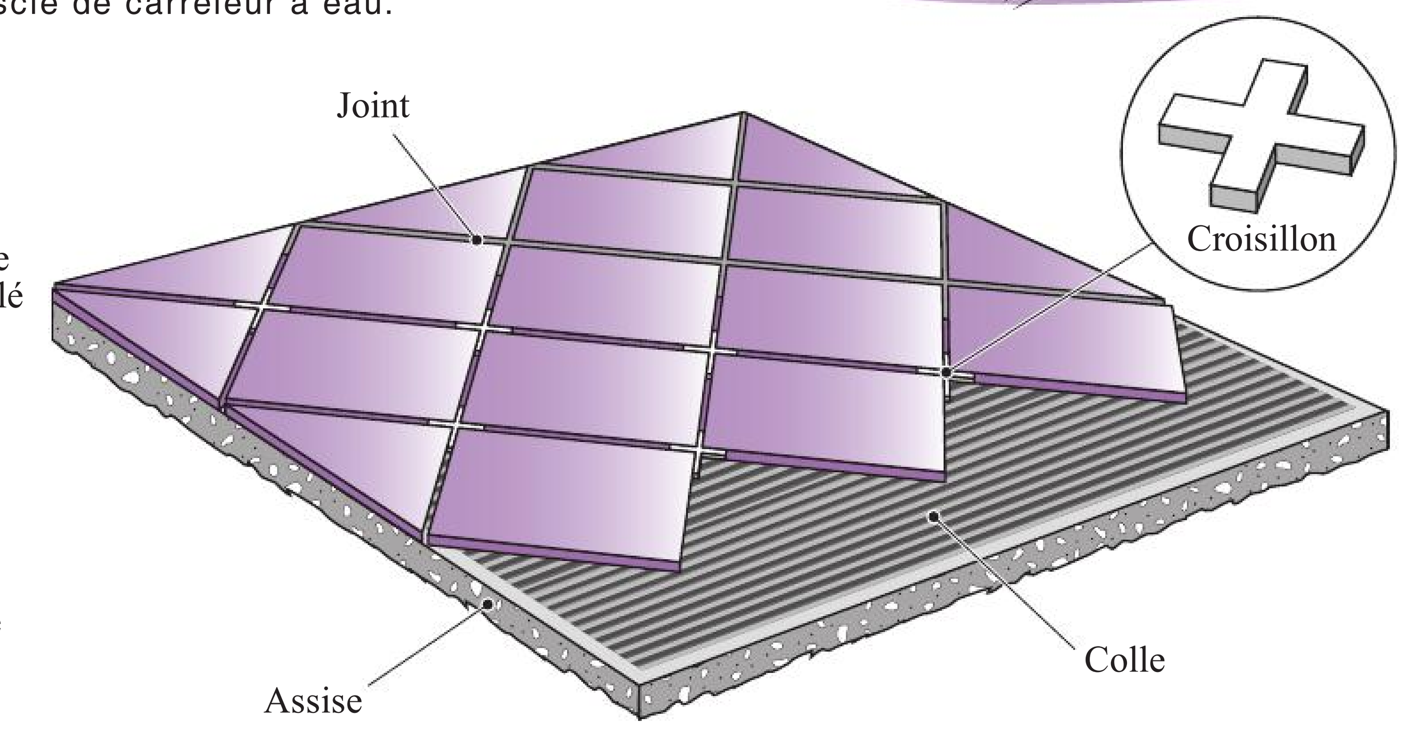


La pose murale ou au sol des carreaux est effectuée par simple ou double encollage (a). Généralement, on pratique le double encollage pour des carreaux de dimensions supérieures à 45 × 45 cm ou sur les surfaces dont la planéité de la chape n'est pas assurée. Des frises, joncs et corniches permettent de délimiter des zones carrelées ou de créer des motifs décoratifs (b). Pour que les joints soient identiques, un croisillon est interposé entre chaque carreau (c). Afin d'éviter les infiltrations, le raccord aux appareils sanitaires ou aux plans de travail est assuré par un joint silicone ou un profilé d'étanchéité (d). Des profilés en aluminium ou en PVC permettent la finition périphérique des surfaces carrelées et des plans de travail (e).

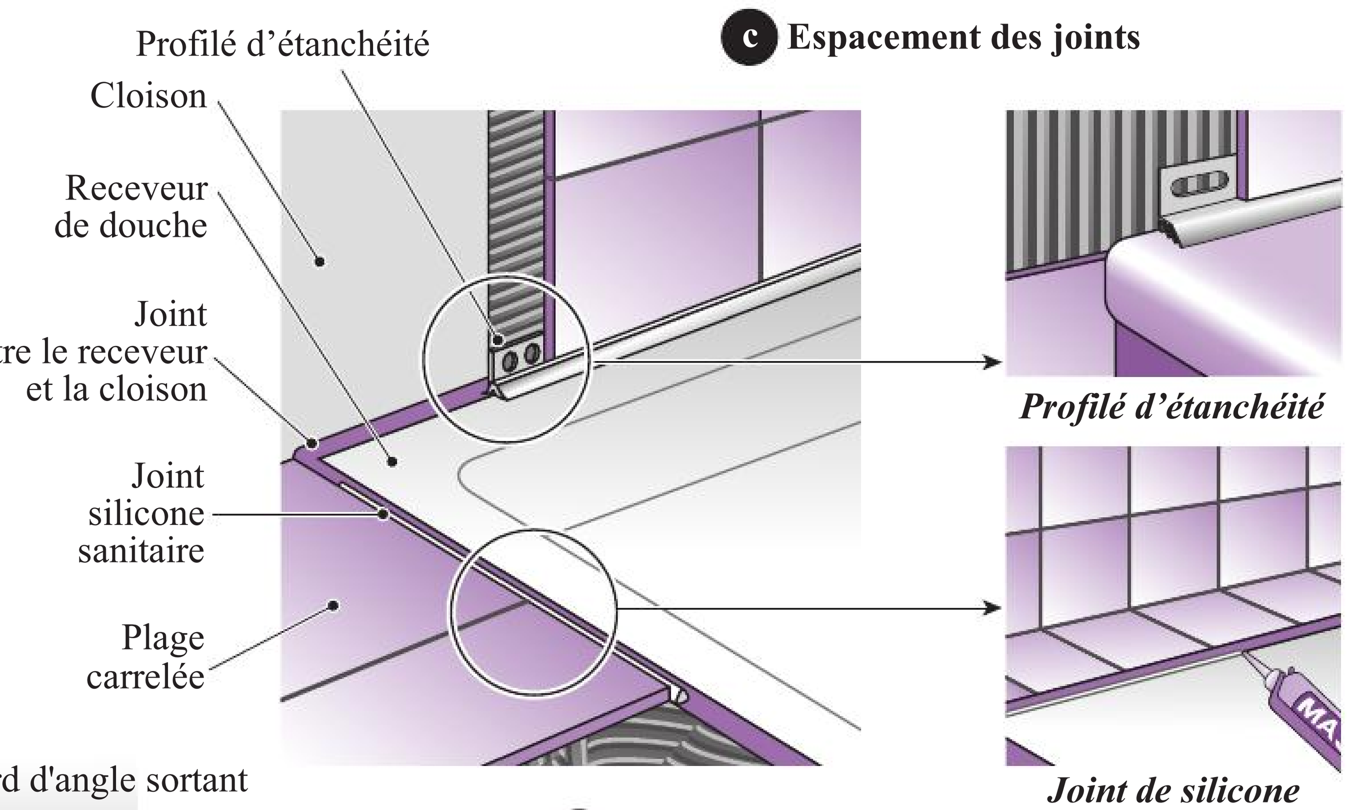
Les outils de coupe permettent de découper les carreaux aux dimensions adéquates. Selon la surface de carrelage à poser, sont utilisés des outils simples tels que carrelette ou meuleuse d'angle ou plus perfectionnés : tronçonneuse ou scie de carreleur à eau.



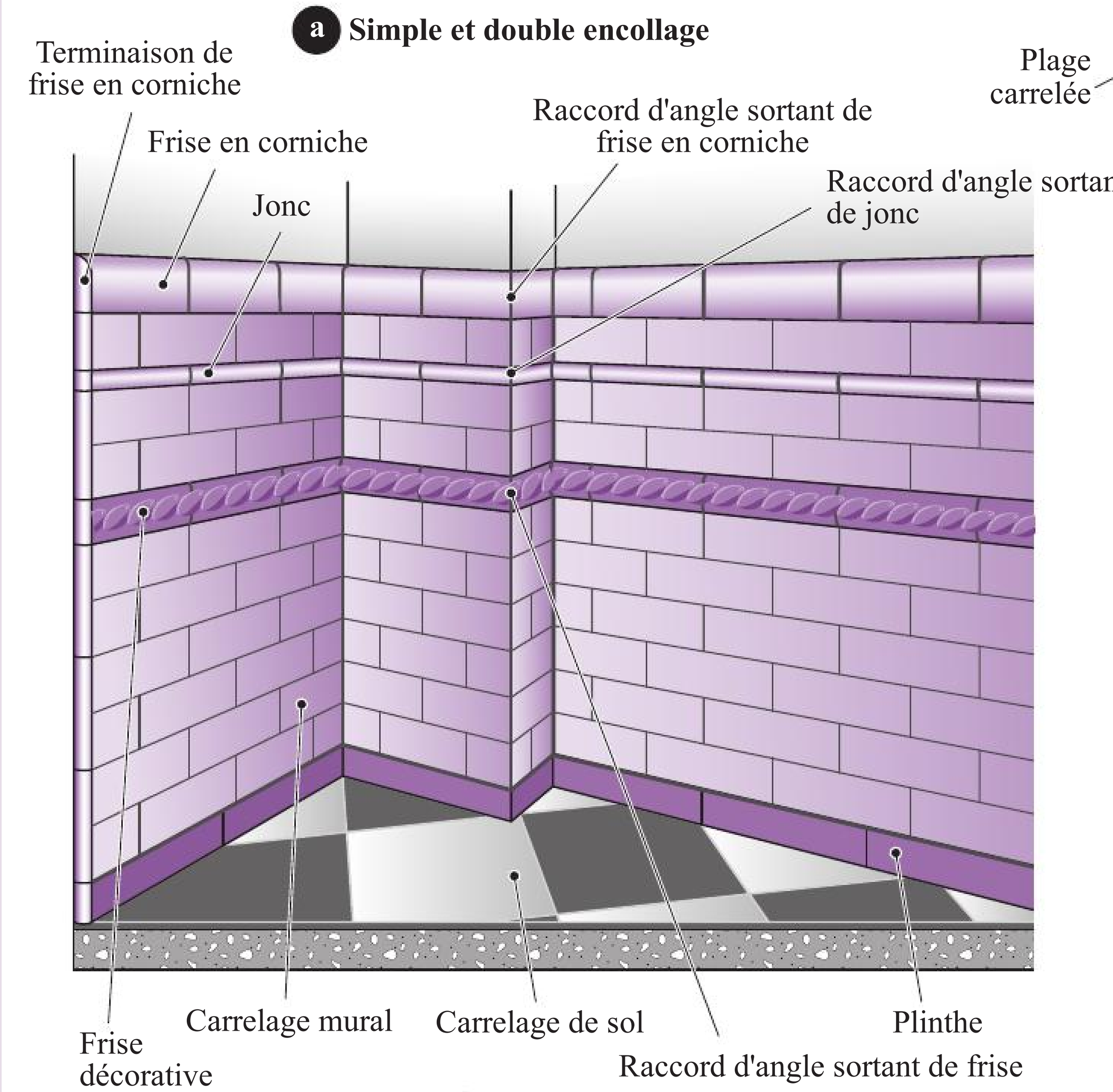
(a) Simple et double encollage



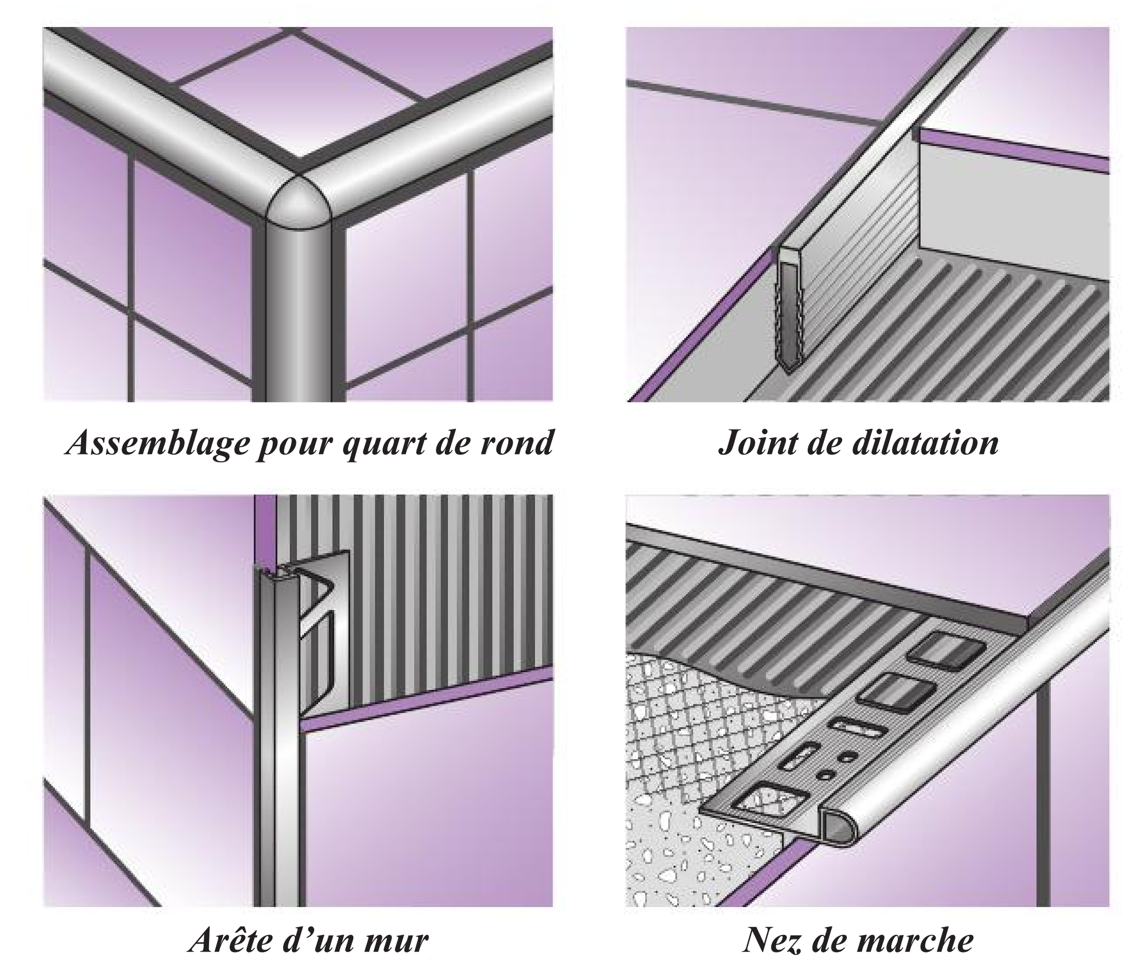
(c) Espacement des joints



(d) Joints sur appareils sanitaires



(b) Accessoires décoratifs



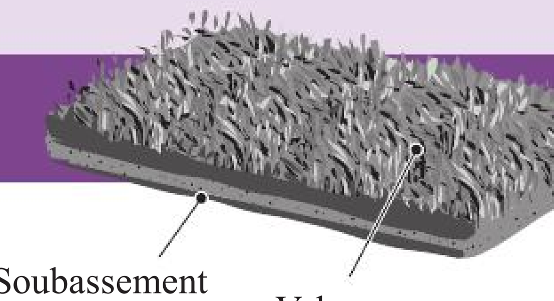
(e) Profilés de finition

Comment ça marche

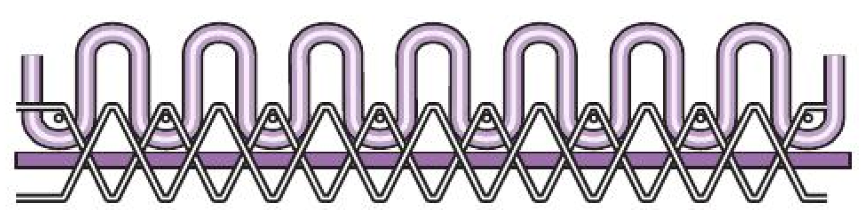
Revêtements de sol textiles

Les revêtements de sol textiles sont classés selon leur confort à la marche, leur participation au confort acoustique et leur aspect décoratif. Leur facilité de pose et d'entretien est déterminante pour le choix des constructeurs et des utilisateurs. À partir de deux familles principales, à savoir moquettes et tapis plats, les revêtements de sol textiles sont classés selon plusieurs critères : type de fabrication, de soubassement, d'envers et nature de la couche d'usage. Sont distingués également les différents types de surfaces d'usage (velours) et les tapis tissés, touffetés ou aiguilletés.

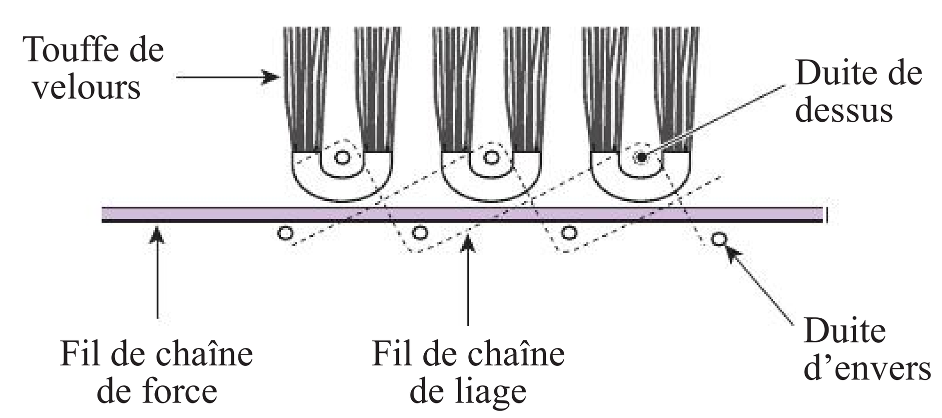
Classement des revêtements de sol textiles



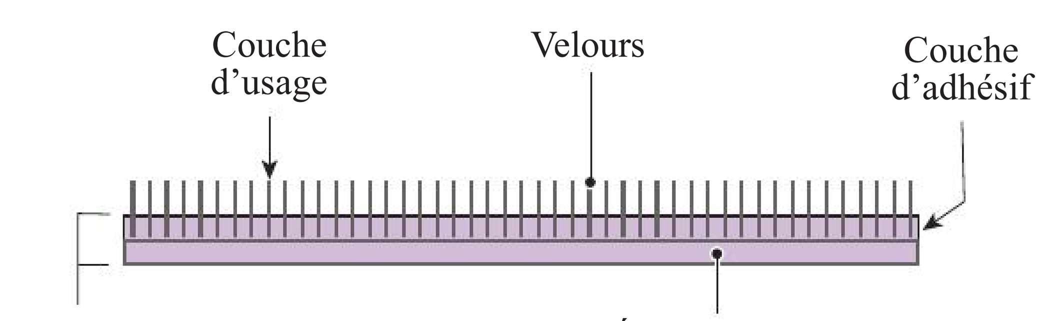
Suivant la technologie de fabrication du velours ou de la couche d'usage, on distingue les principaux sols textiles suivants :
- les tissés (a) : produits réalisés sur un métier à tisser en une ou plusieurs opérations ;
- les floqués (b) : moquettes obtenues par projection de fibres sur un support enduit adhésif ;
- les nappés : moquettes dont le velours est constitué par une nappe de fils ou de fibres, plissée et fixée sur un support par enduction ou adhésif (c) ou encore directement dans un adhésif formant support (d) ;
- les aiguilletés plats (e) : tapis dont la couche d'usage est constituée de matières textiles enchevêtrées et liées entre elles par la pénétration d'aiguilles à barbes ;
- les aiguilletés à velours (f) : moquettes obtenues par aiguilletage de matières textiles, liées entre elles par des procédés physiques ou chimiques ;
- les touffetés (g) : tapis dans lesquels les fils de velours sont insérés dans une étoffe-support, puis fixés par enduction ou adhésif.



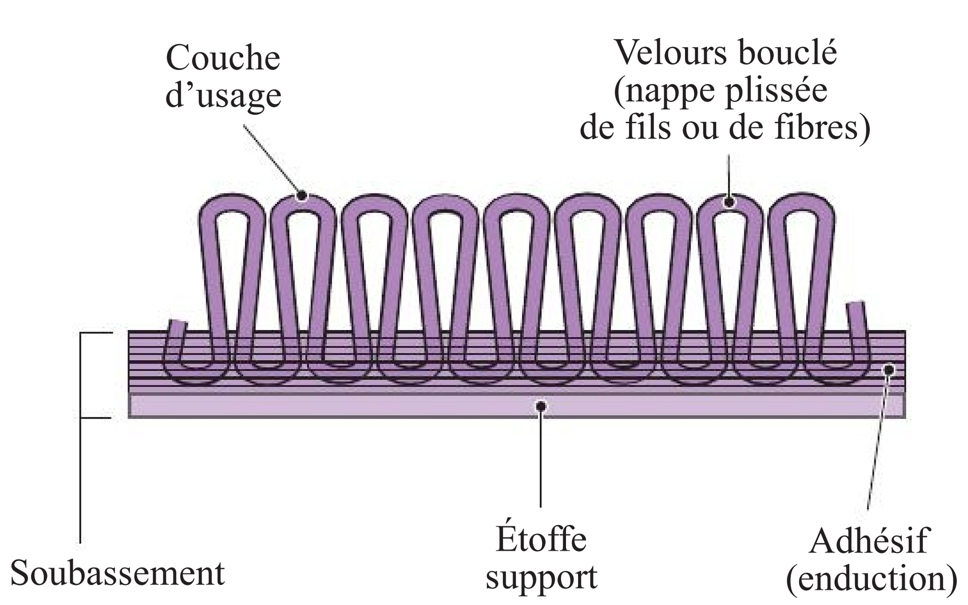
Boucles successives d'un velours (coupe longitudinale)



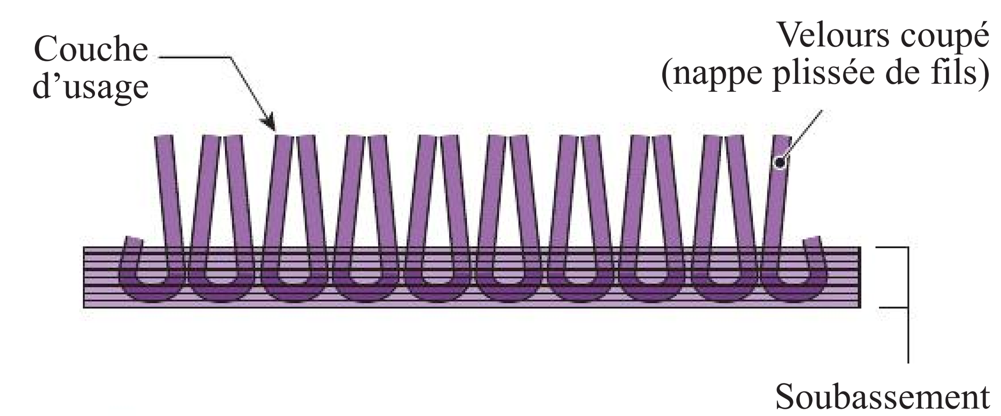
a Tissés



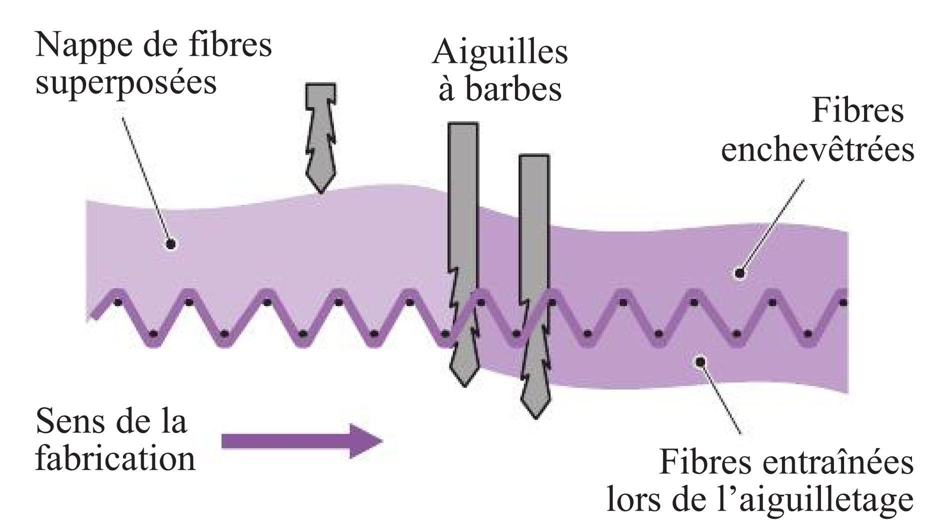
b Floqués



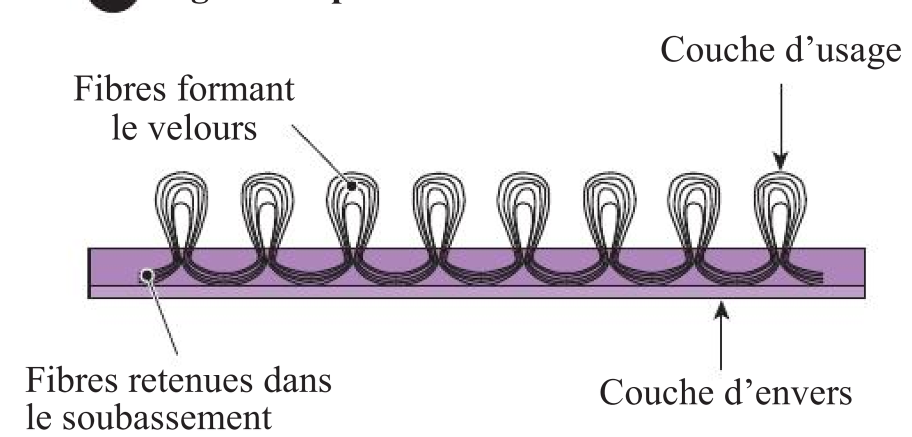
c Nappés (velours fixé sur un support)



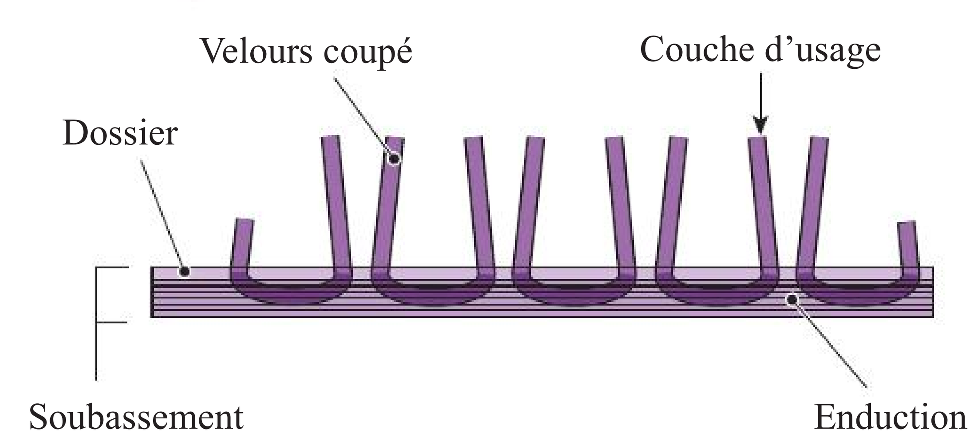
d Nappés (velours fixé dans un adhésif formant support)



e Aiguilletés plats

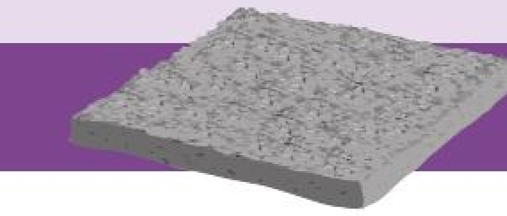


f Aiguilletés à velours

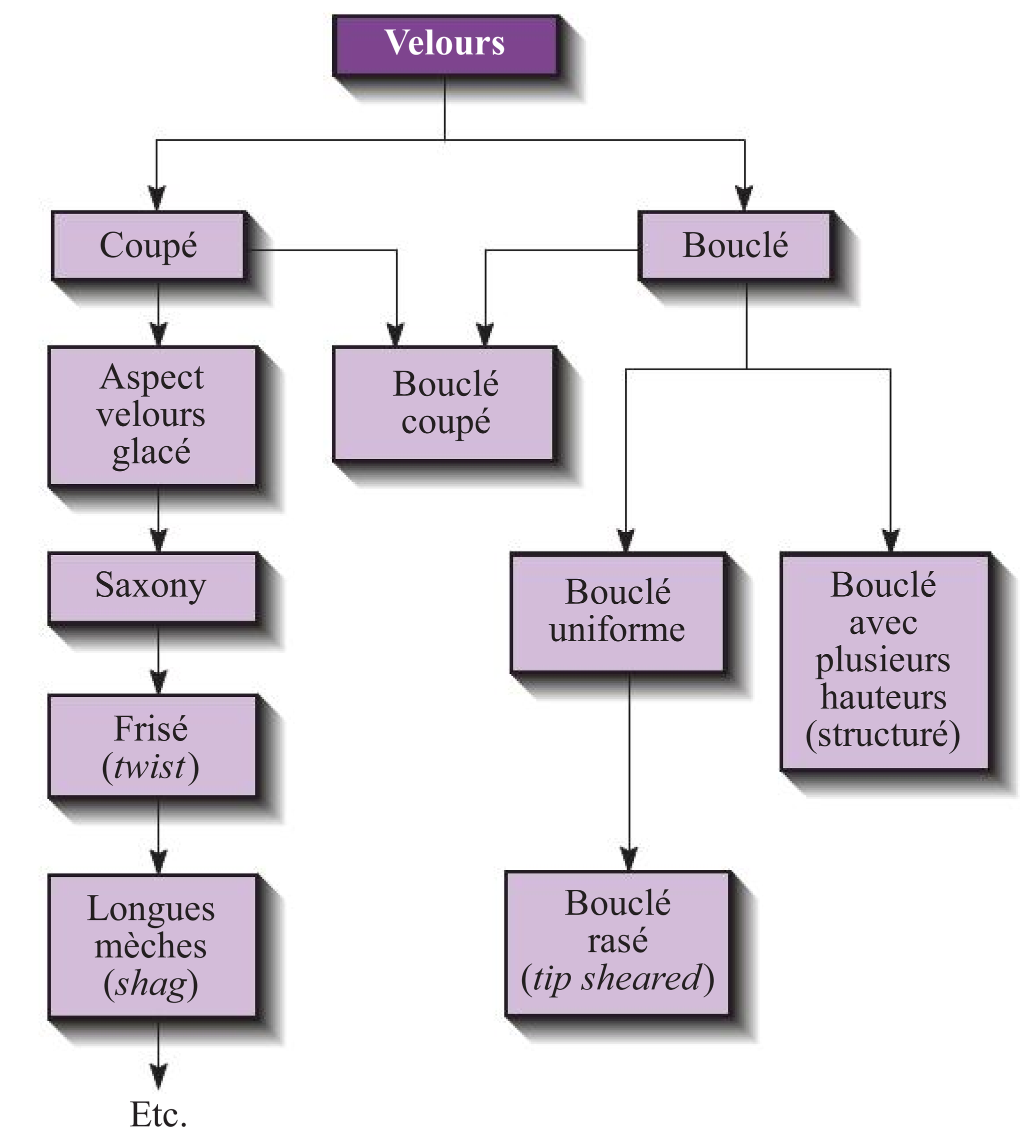


g Touffetés

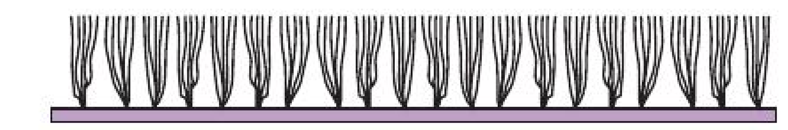
Surfaces d'usage (velours)



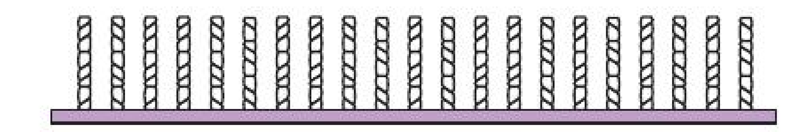
On appelle moquette un tapis dont la surface d'usage est un velours. Sont distingués trois types de velours, produits selon les techniques du touffetage et du tissage (a) :
- le velours coupé d'aspect velours glacé (b), saxony (c), frisé (*twist*) et longues mèches (*shag*), la différence d'aspect résidant dans la torsion et le frisage des fibres constituant le poil ;
- le velours bouclé, développé grâce à la technique du touffetage d'aspect bouclé uniforme (d), bouclé structuré, où les boucles hautes voisinent avec les boucles basses, et bouclé rasé (*tip sheared*), où le sommet des boucles hautes, voire de toutes les boucles, est rasé (e) ;
- le velours bouclé coupé qui permet, en associant les deux techniques précédentes, de créer des motifs en relief.



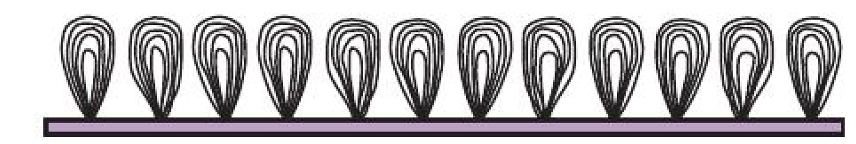
a Types de velours



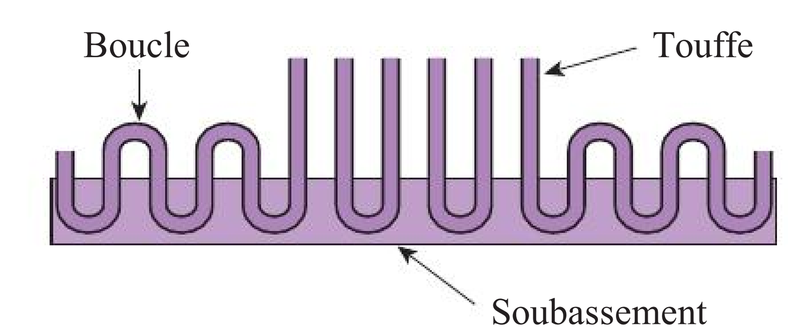
b Velours glacé



c Saxony

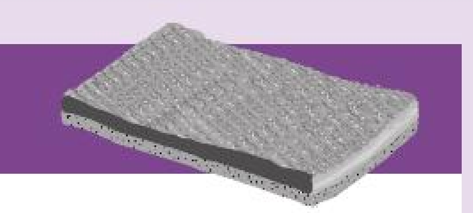


d Velours bouclé uniforme

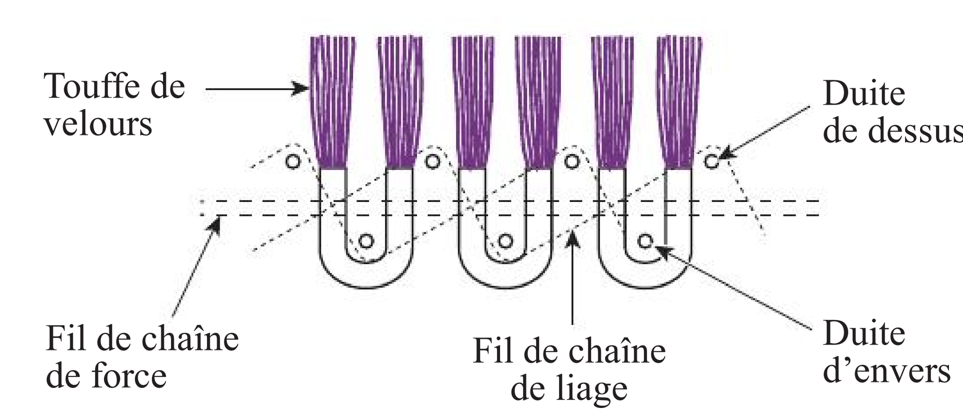


e Velours bouclé rasé

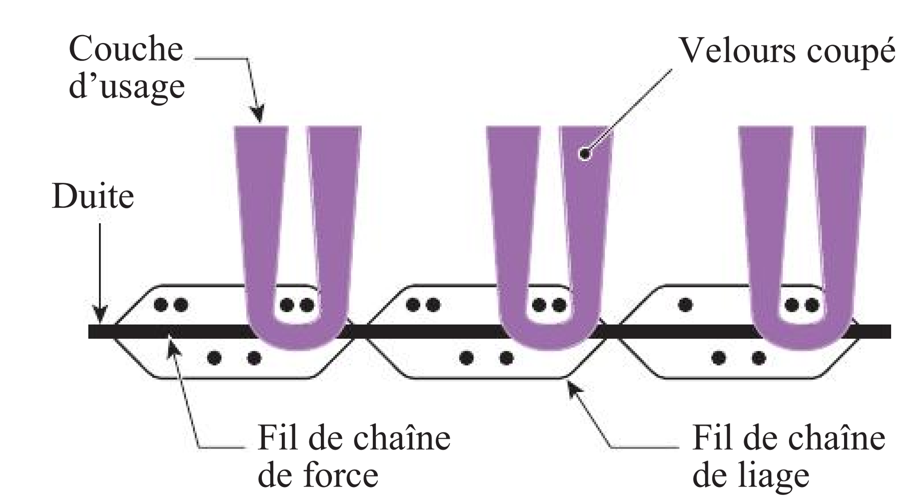
Moquettes tissées



Les moquettes tissées sont issues de différents types de fabrication et de machines de production. Il existe également des tapis tissés sans velours ; les moquettes à velours et notamment à velours coupé sont fréquemment utilisées. Sont distinguées les moquettes tissées à verges (a) et les moquettes « *Axminster* » (b), part importante des moquettes tissées. Ces moquettes d'excellente qualité, surtout le velours à base de laine, conviennent particulièrement à la pose tendue.

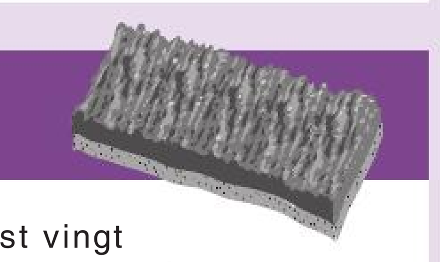


a Moquette tissée à verges

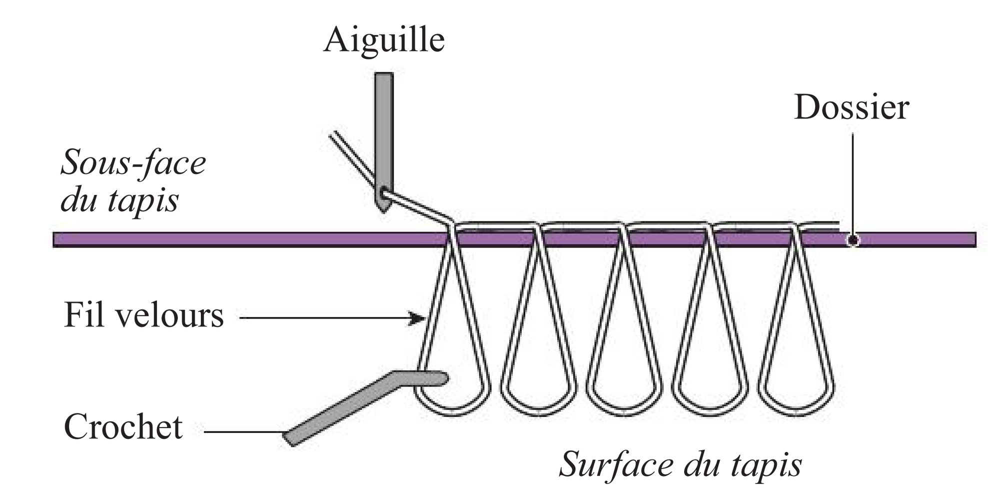


b Moquette « *Axminster* » à bobines

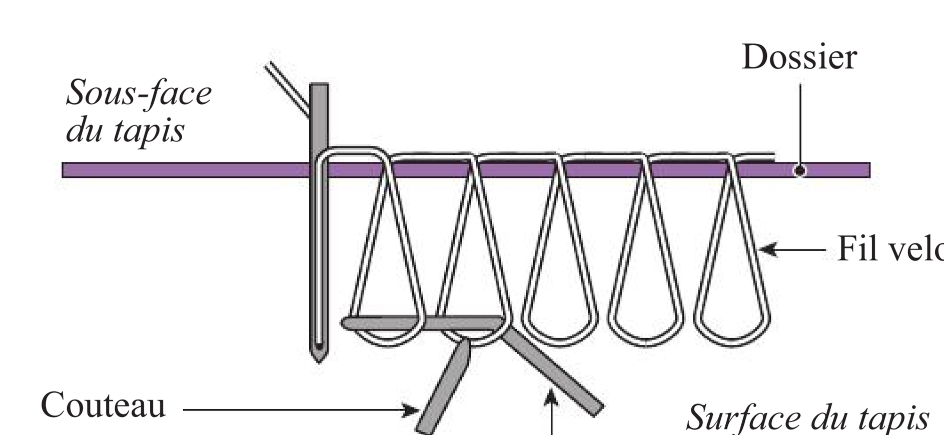
Tapis touffetés



La vitesse de production des tapis touffetés est vingt à quarante fois plus importante que celle des tapis tissés et peut atteindre 100 m à l'heure. L'utilisation de fibres synthétiques permet d'exercer sur les fils des tractions plus élevées que sur les fibres naturelles. Le tapis touffeté se présente sous forme de tapis bouclé (a), ou sous forme de tapis coupé (b).



a Tapis touffeté bouclé



b Tapis touffeté coupé

Comment ça marche

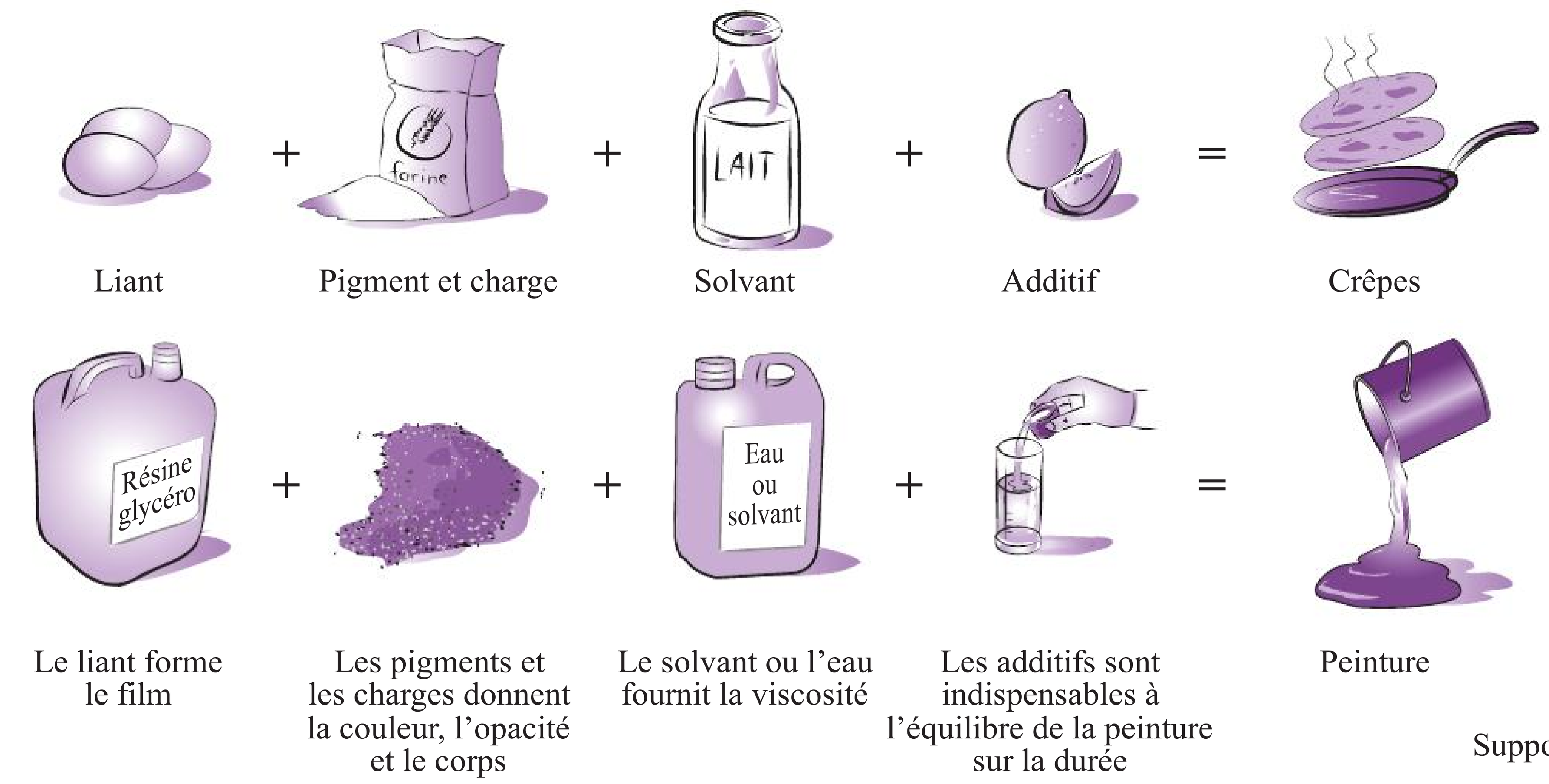
Peinture

Les travaux de peinture participent à la protection et à la décoration intérieure et extérieure des bâtiments. Les peintures peuvent être appliquées sur des supports variés tels que les façades, les murs intérieurs ou les sols. Ces supports sont de différente nature : béton, enduits à base de plâtre, bois ou fer. Compte tenu de leur faible épaisseur, les peintures ne permettent pas de corriger leurs défauts de surface, rattrapés éventuellement au moyen d'enduits et de produits de ragréage.

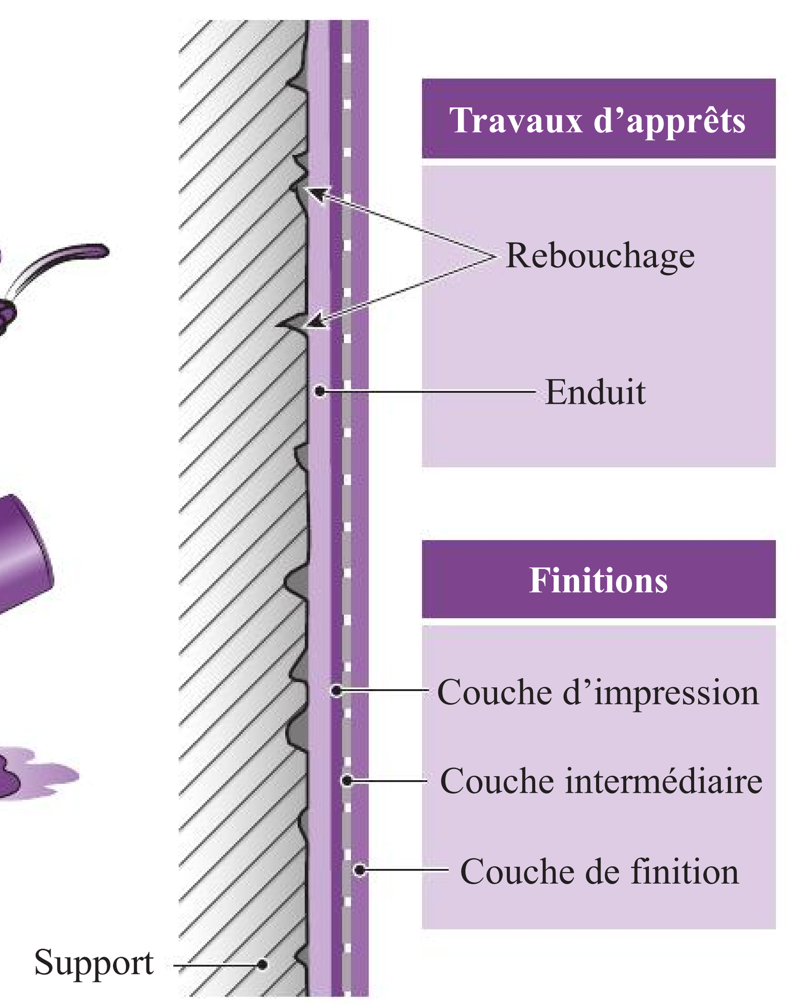
Composants et opérations de mise en peinture

Une peinture est composée de quatre éléments principaux (a) :
- le liant, organique ou minéral, est l'élément non volatil de la peinture ; il adhère au support ;
- les pigments colorent, opacifient et renforcent le pouvoir protecteur des liants ; ils sont minéraux, organiques ou métalliques et permettent la résistance à la lumière et à la chaleur, la protection antirouille, etc. ;
- le solvant est un produit volatil qui augmente la fluidité de la peinture et facilite son application ; il peut être remplacé par de l'eau (émulsion) et, dans ce cas, il n'y a pas dissolution du liant mais mise en suspension des éléments solides ;
- les additifs permettent de faciliter le séchage (siccatifs), le plastifiage, l'antireflet, etc.

Les opérations successives d'une mise en peinture constituent le « Système de peinture » (b).



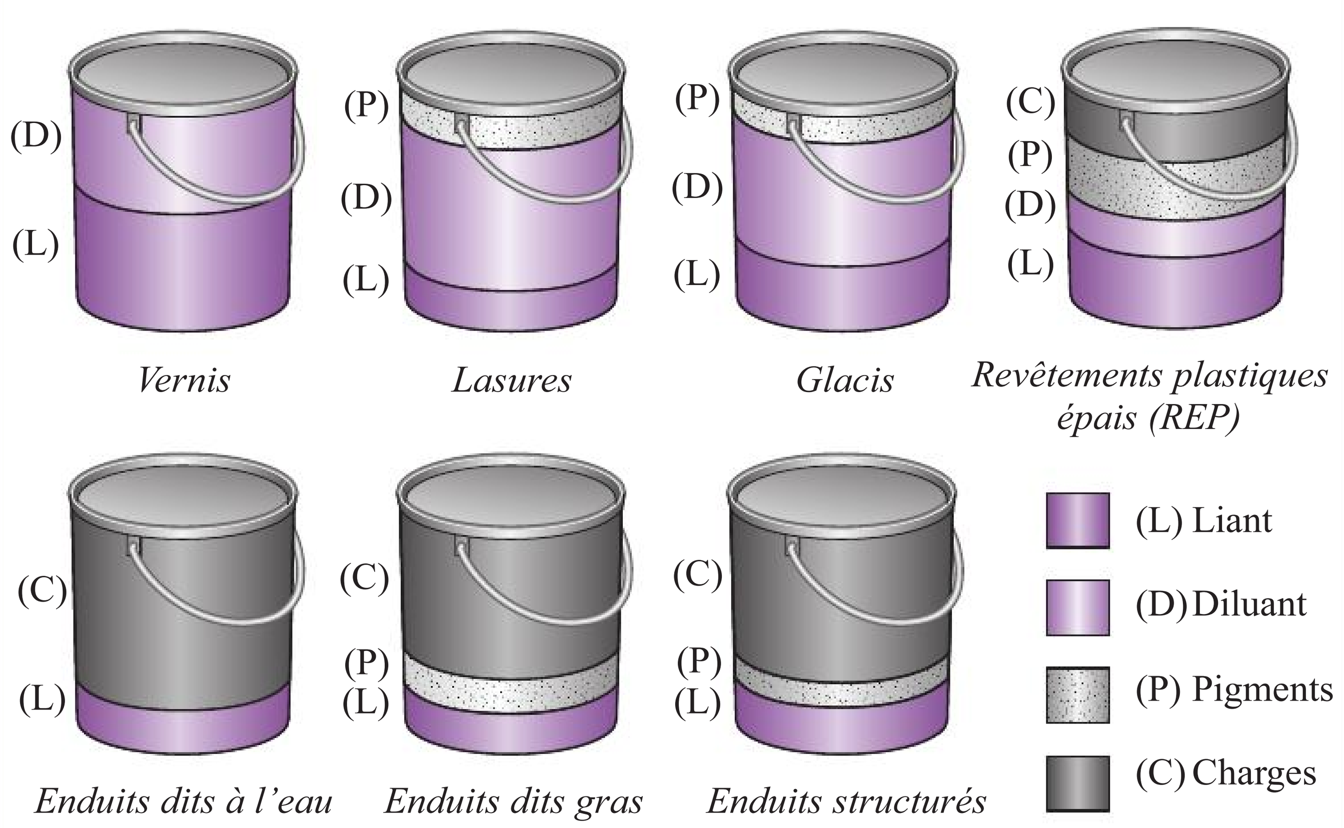
a Composants d'une peinture



b Exemple de système de peinture

Composants des produits filmogènes

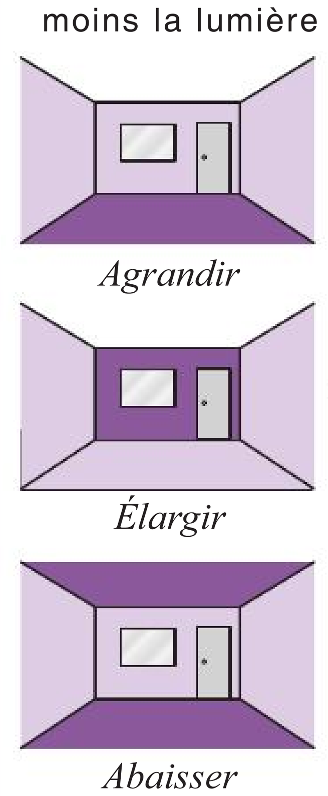
Les produits filmogènes sont mis en œuvre lors des travaux de préparation du support (enduits) et pour les travaux de finition (vernis, lasures, glacis, etc.) Ils sont composés des mêmes matières de base qu'une peinture.



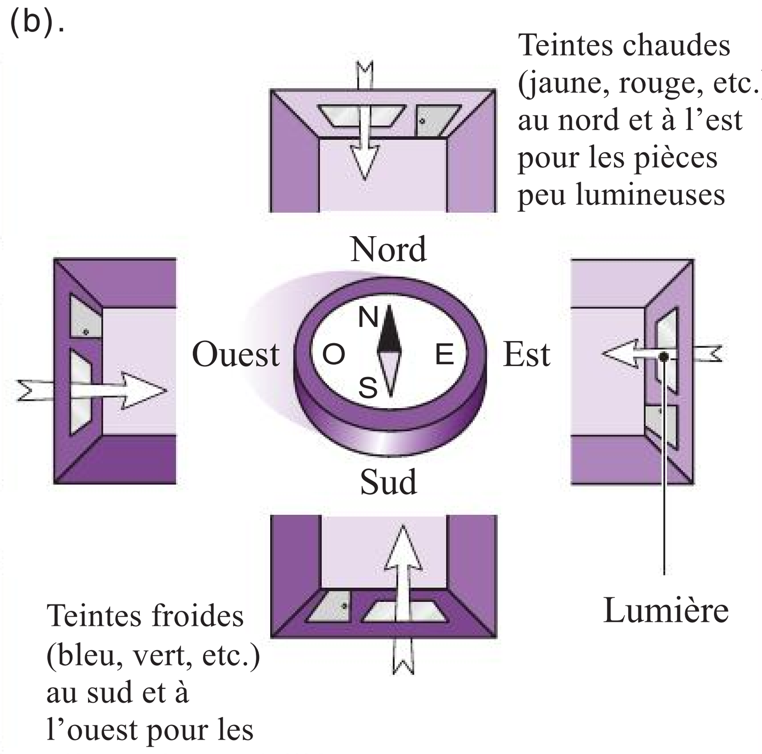
Proportions des composants dans les produits filmogènes

Choix des couleurs

Le choix des couleurs et l'aspect de la peinture (laqué, brillant, satiné ou mat) a une influence sur l'effet décoratif et la perception de la taille des pièces (a). Elle participe également à l'ambiance lumineuse en réfléchissant plus ou moins la lumière (b).



a Effets et perceptions



b Couleurs et exposition

Modes d'application

Les outils de mise en œuvre de la peinture permettent d'appliquer le produit sur le support et d'assurer sa répartition régulière. Sont distingués les rouleaux (a) utilisés pour les grandes surfaces, les brosses ou pinceaux (b) et les pistolets à pression d'air (c).

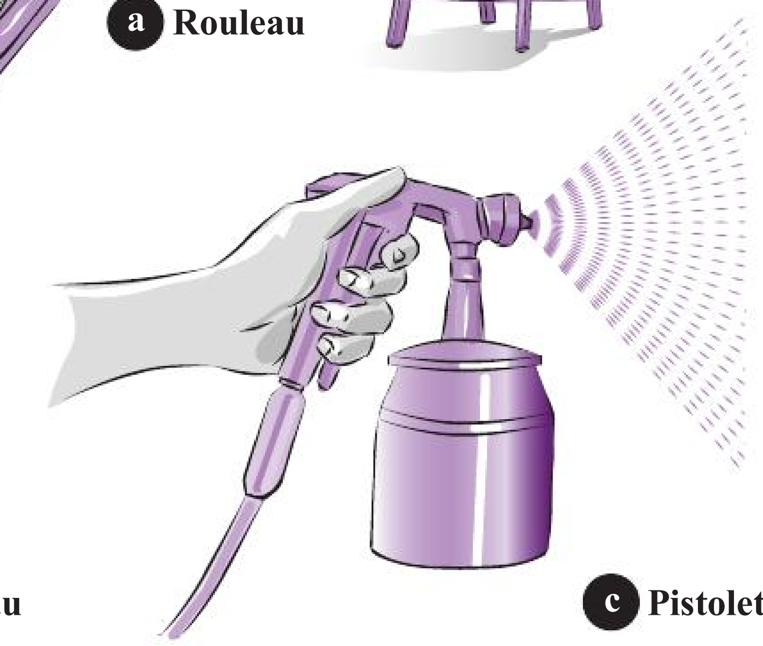




a Rouleau



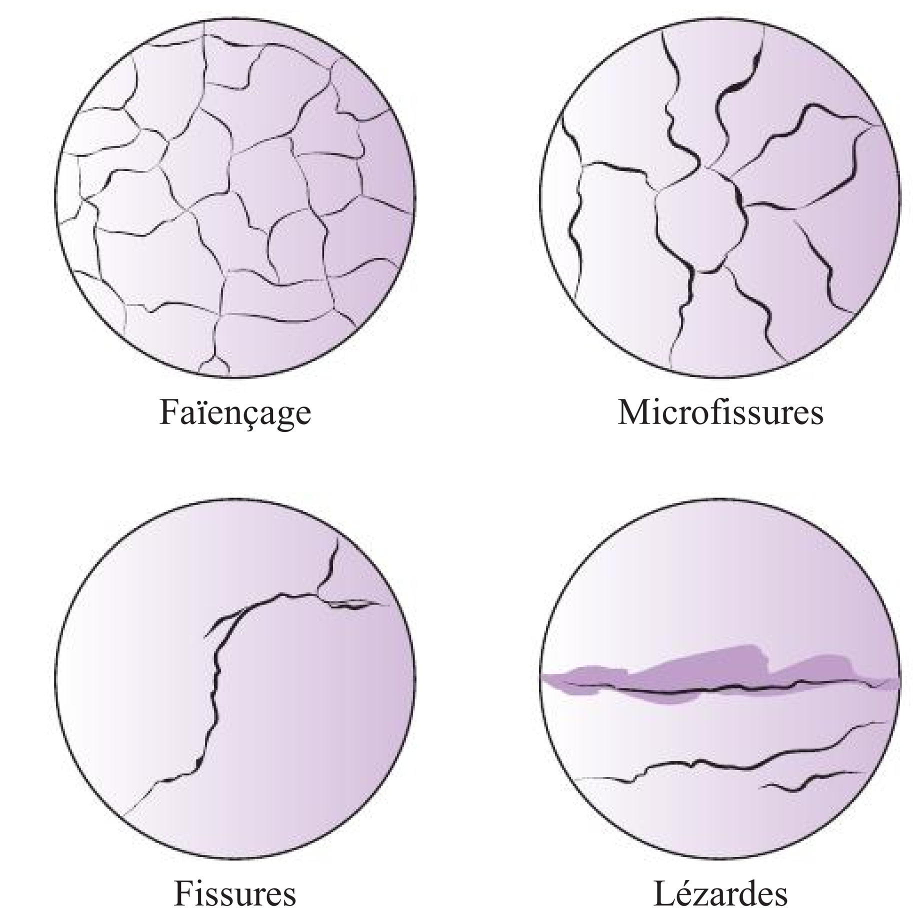
b Brosse, pinceau



c Pistolet

Fissures

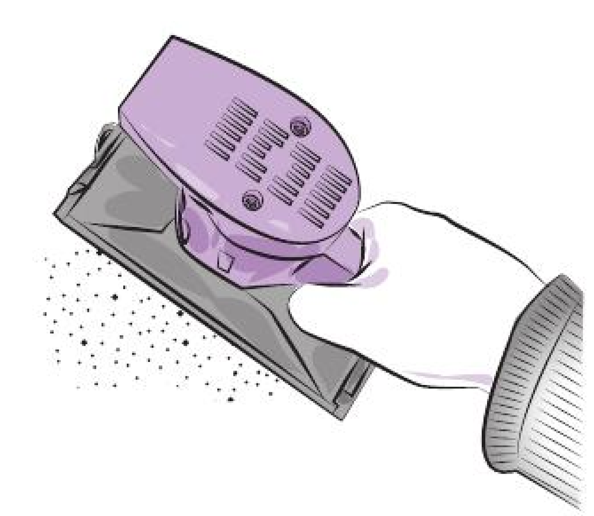
Il est rare qu'une peinture se fissure sauf lorsqu'elle est employée en épaisseur et que le liant n'assure plus la cohésion. Lorsqu'une fissure apparaît, c'est généralement le support sous-jacent qui en est la cause et non la peinture.



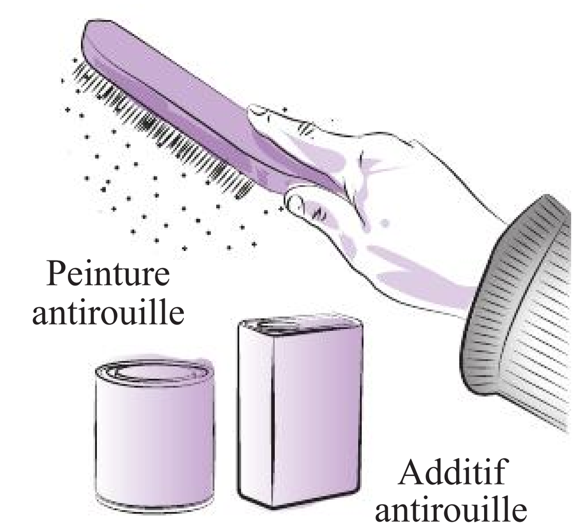
Typologie des fissures

Préparation du support

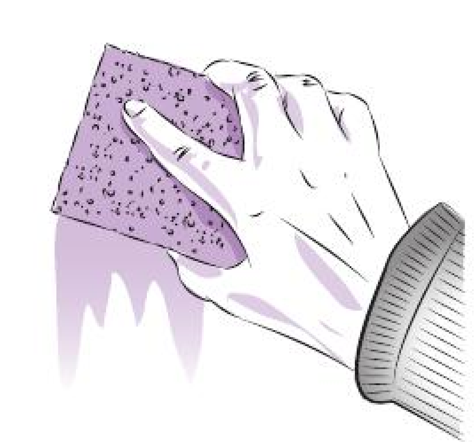
Les travaux préparatoires à la mise en peinture dépendent essentiellement de l'état du support. Sont distinguées les opérations suivantes :
- l'élimination de parties non adhérentes par grattage, ponçage (a), décalaminage, brossage (b) ou sablage ;
- l'élimination des dépôts et salissures par lessivage (c) et rinçage ;
- l'élimination des aspérités par égrenage (d), dégagement des fissures (e) et application d'un enduit de rebouchage (f).



a Ponçage mécanique ou manuel (papier abrasif)



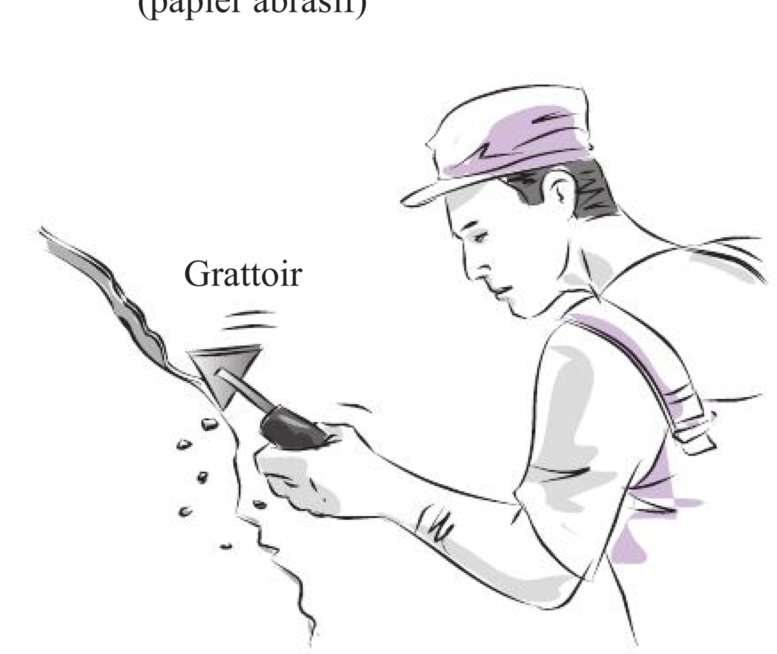
b Brossage (brosse métallique)



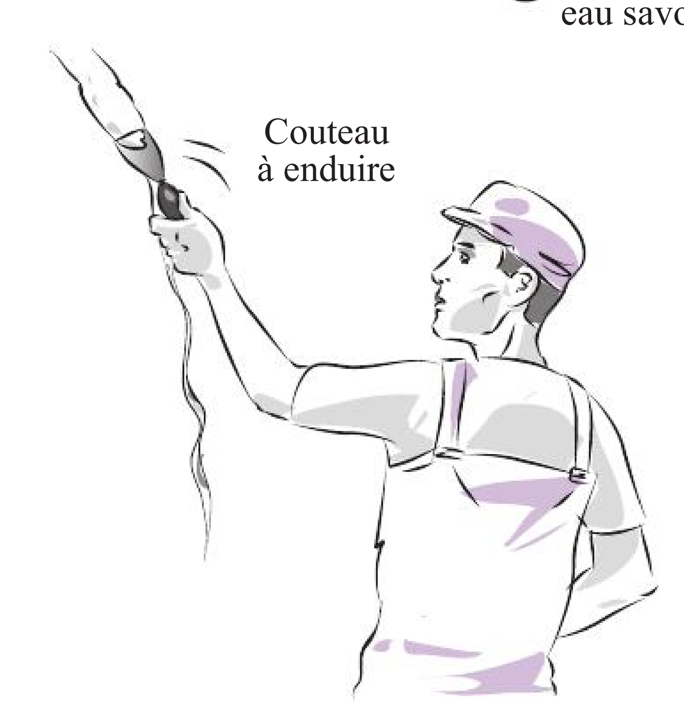
c Lessivage (éponge, eau savonneuse)

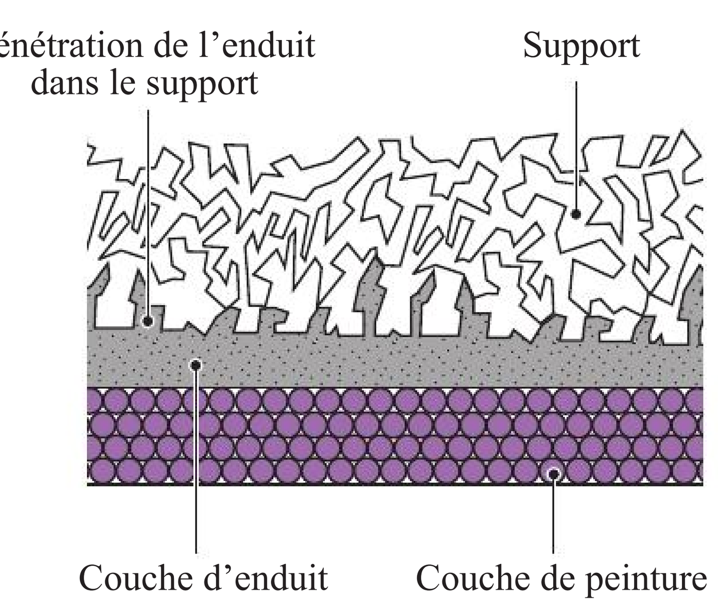


d Égrenage (Truelle Berthelet)



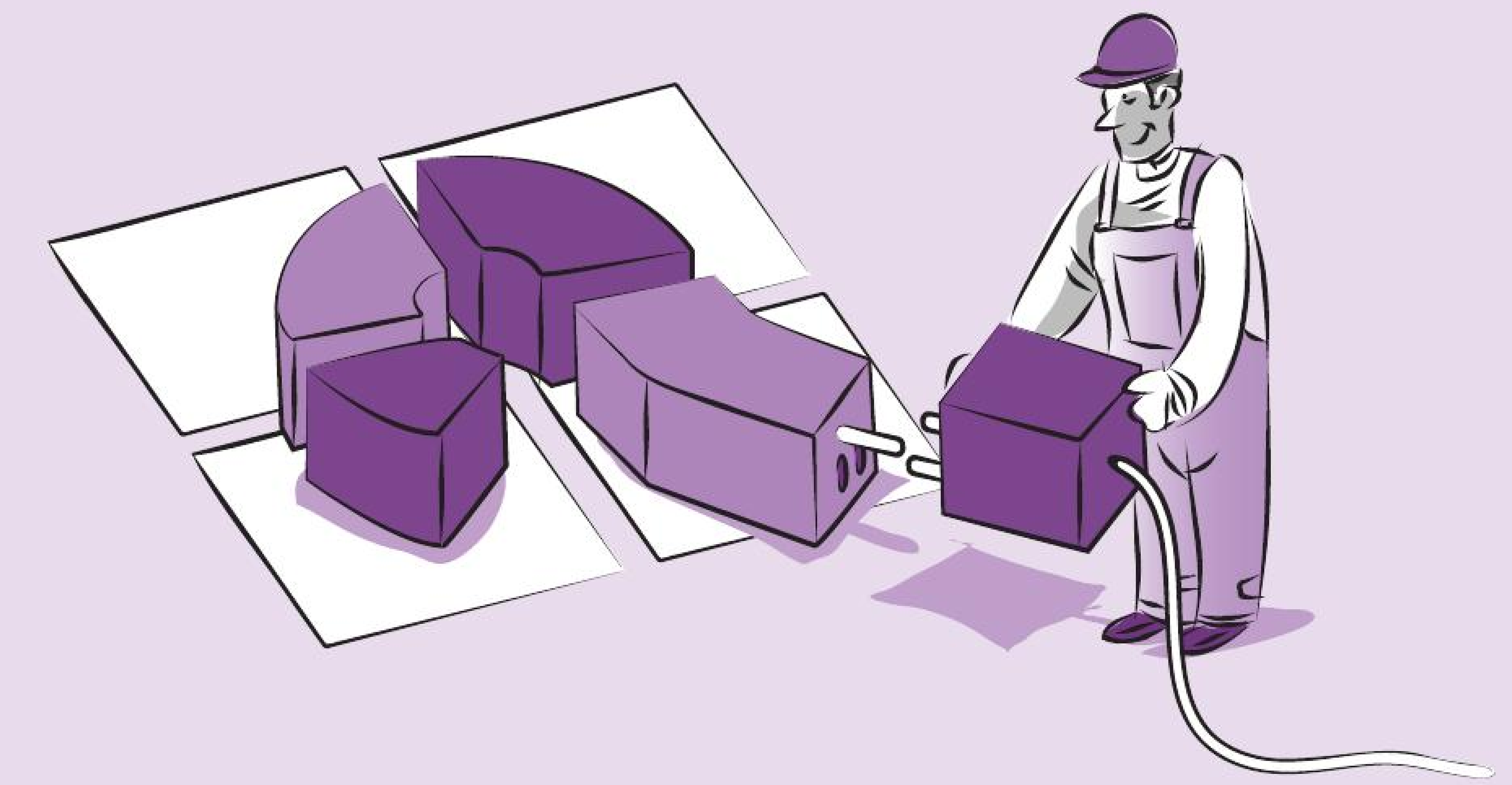
e Dégagement des fissures





f Application d'un enduit de rebouchage

Équipements techniques



Comment ça marche

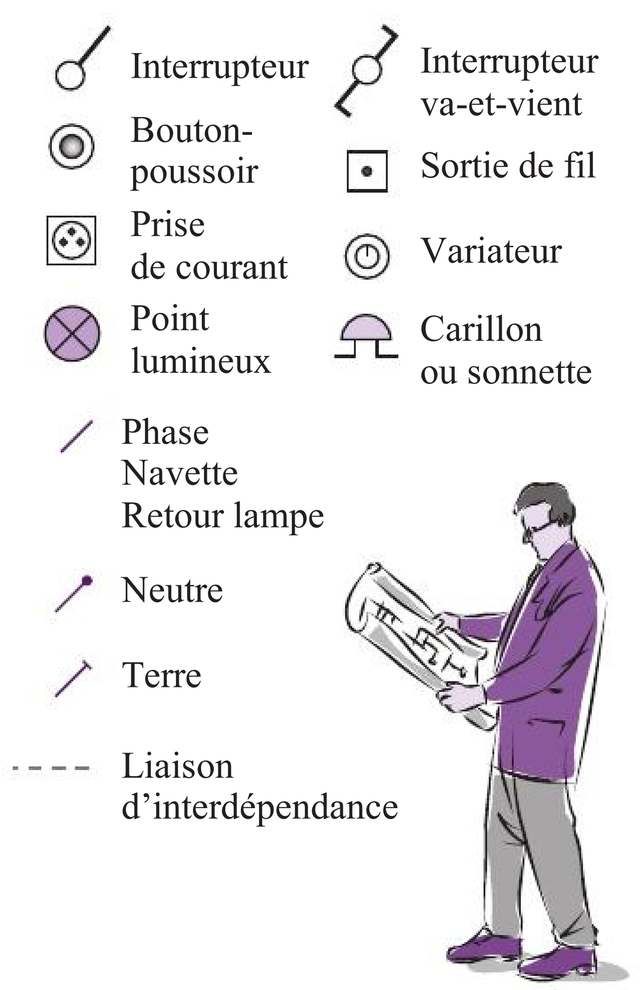
Plans et schémas électriques

Les plans et schémas électriques sont nécessaires à l'exécution et au dépannage des installations. Sont distingués : le plan d'équipement, le plan de distribution unifilaire, le plan de distribution multifilaire, le schéma de principe, ou schéma développé, et le schéma unifilaire de l'installation, exigé par la norme. Ils doivent utiliser les symboles normalisés et indiquer le courant de réglage et la sensibilité des dispositifs de protection, le nombre et la section des conducteurs, ainsi que l'utilisation et le local desservi.

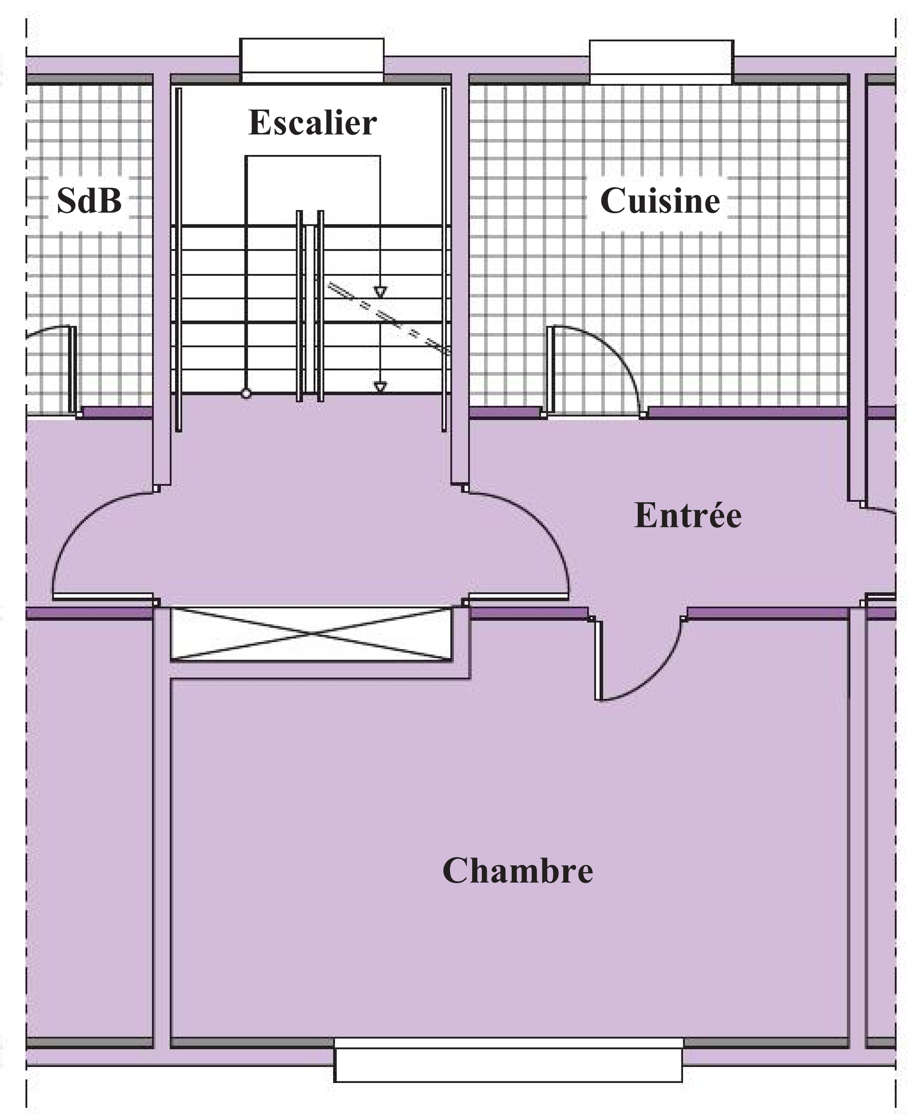
Symboles et plan architectural

Le plan d'une installation électrique s'effectue en indiquant l'emplacement de tous les appareillages et leurs interdépendances à l'aide de symboles sur une copie du plan architectural ou sur un relevé des lieux. Dans le cas d'une rénovation et en l'absence de plan architectural, un relevé détaillé de l'existant précise :
- la surface de chaque pièce ;
- la hauteur sous plafond ;
- les dimensions et l'implantation des portes et des fenêtres ;
- les points d'eau, etc.

Les symboles des plans d'équipement doivent être représentatifs de l'appareillage et être facilement identifiables sur le plan. Le plan électrique doit être précis et comporter toutes les informations qui serviront à la mise en œuvre de l'installation.



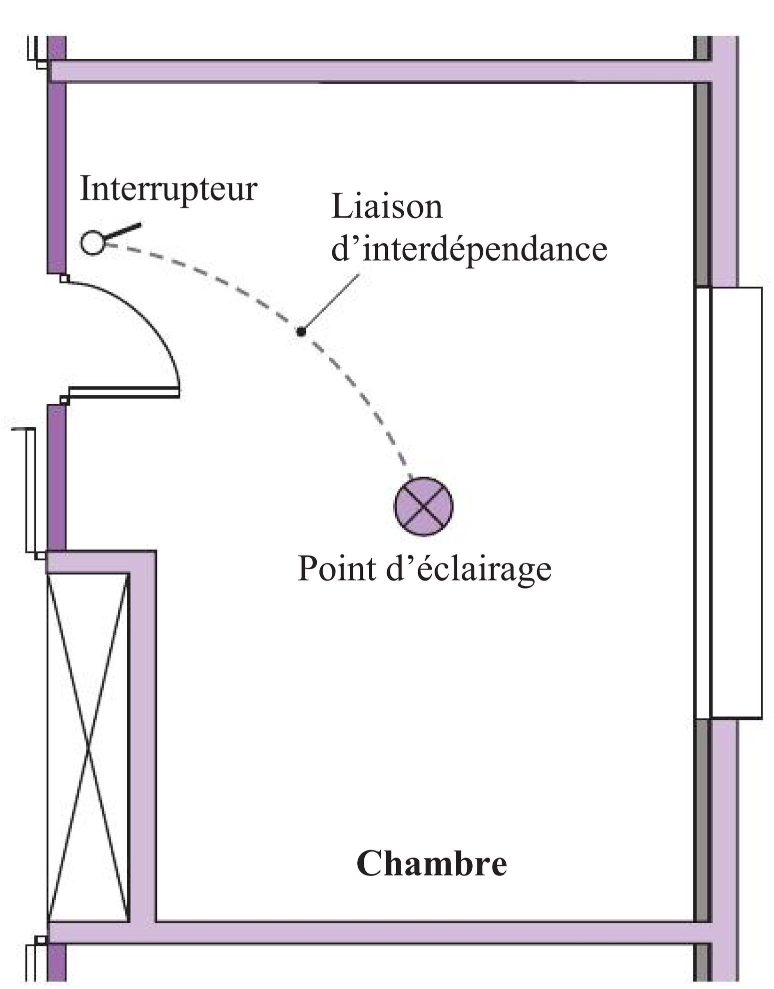
Exemple de symboles non normalisés (pour plan d'équipement)



Exemple de plan architectural

Plan d'équipement

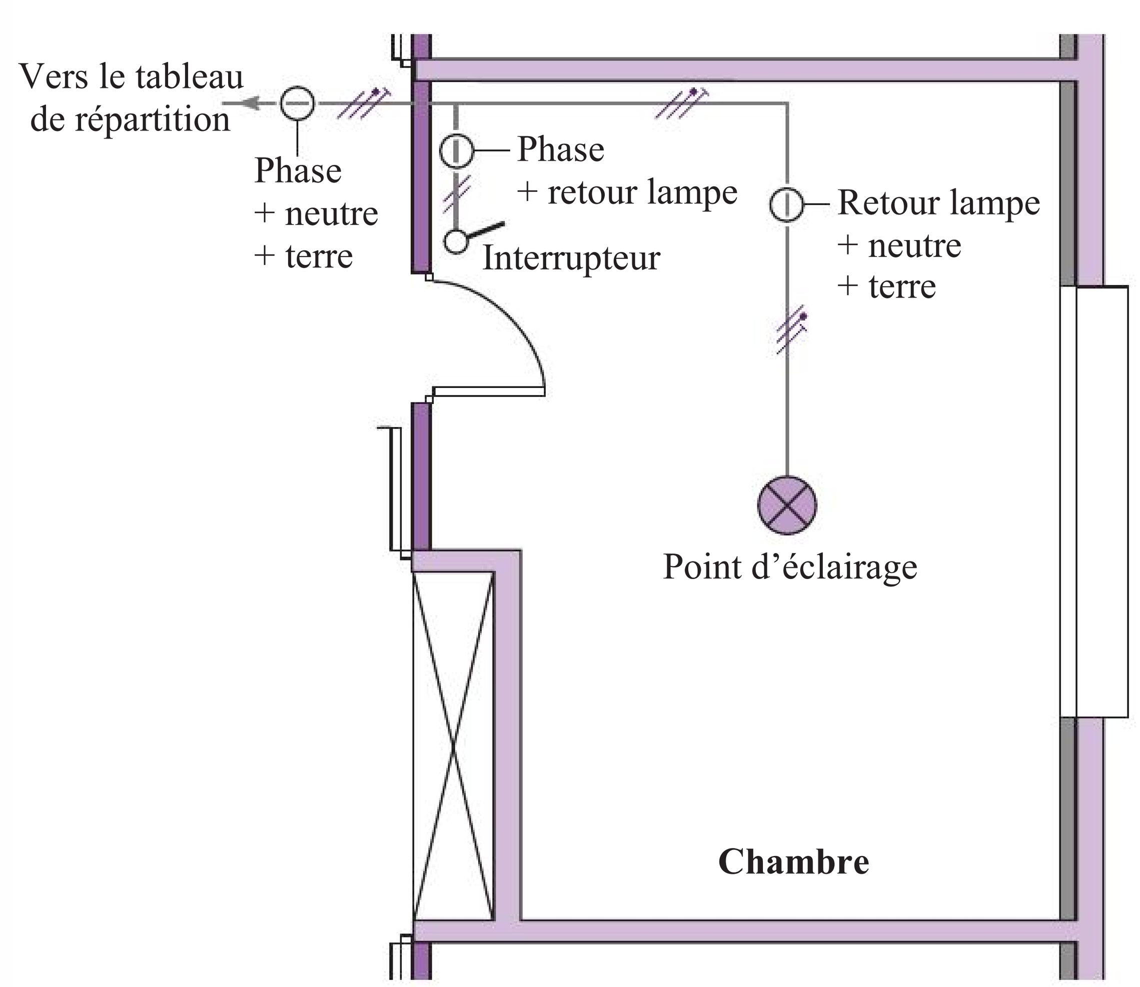
Le plan d'équipement fournit la position des appareils dans l'espace et indique les liaisons d'interdépendance (----) entre les appareillages de commande et les appareils commandés.



Plan d'équipement (éclairage, simple allumage)

Plan de distribution unifilaire

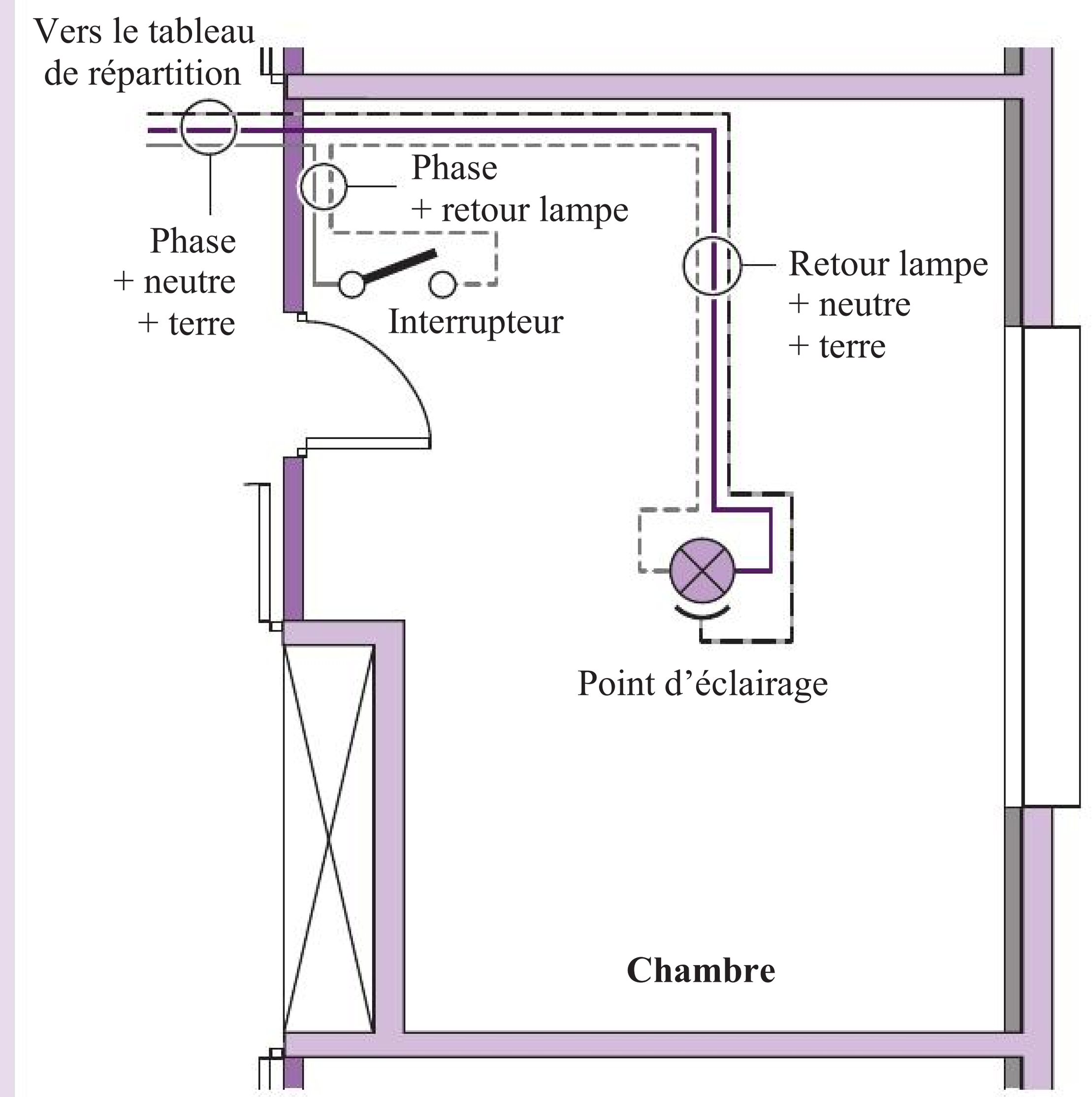
Le plan de distribution unifilaire précise les conduits à utiliser par regroupement des conducteurs. Le type et le nombre de conducteurs sont représentés par des symboles.



Plan de distribution unifilaire (éclairage, simple allumage)

Plan de distribution multifilaire

Le plan de distribution multifilaire permet le dépannage ; il est difficilement lisible dans le cas d'installations complexes pour lesquelles le plan unifilaire est préféré.



Plan de distribution multifilaire (éclairage, simple allumage)

Schémas développés et d'installation

Le schéma développé ou de principe traduit la fonction assurée. Les éléments sont disposés selon une ligne droite entre les deux fils d'alimentation. Le schéma unifilaire d'installation est exigé par la norme.

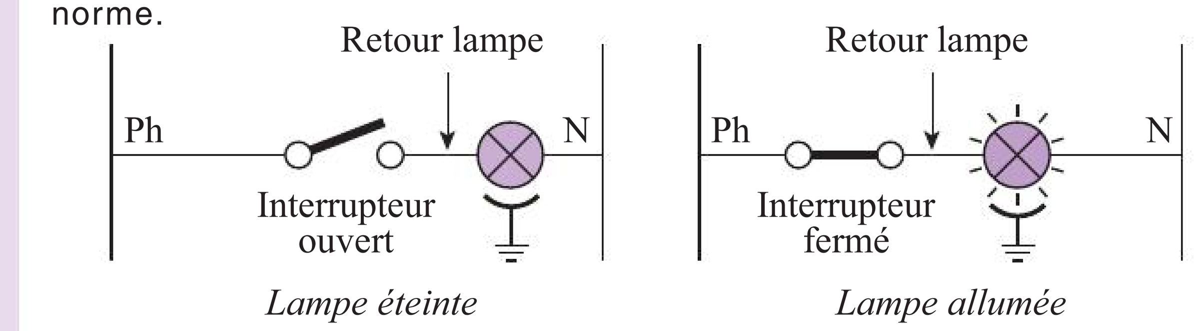


Schéma développé ou de principe (éclairage, simple allumage)

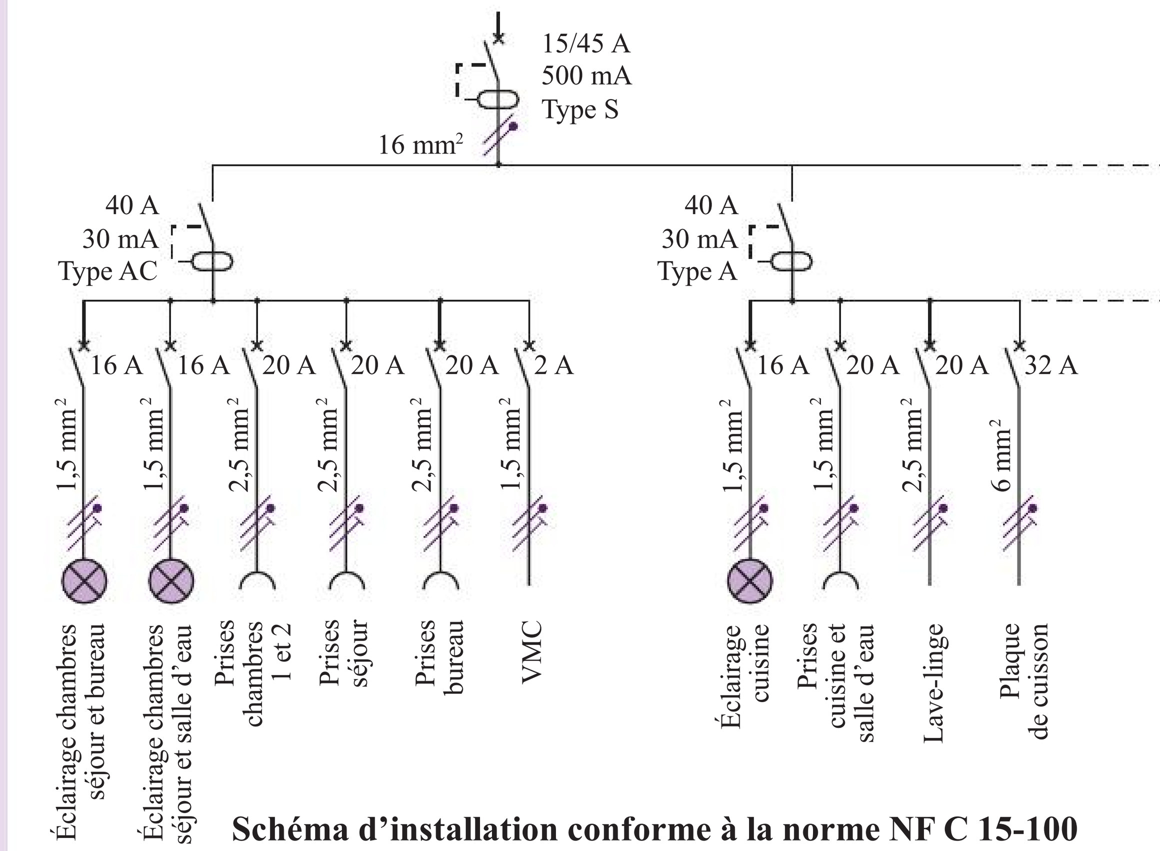


Schéma d'installation conforme à la norme NF C 15-100

Symboles pour schémas normalisés

Fonctions de l'appareillage	Appareillages à fonction simple	Canalisations	Appareils d'utilisation
Fonction disjoncteur	Sectionneur	Conducteur de phase	Lampe d'éclairage (symbole général)
Fonction sectionneur	Interrupteur (commande)	Conducteur de neutre	Tube à fluorescence
Fonction interrupteur-sectionneur	Fusible (protection contre les surintensités)	Conducteur de protection (terre)	Moteur
Fonction déclenchement automatique		5 conducteurs (3P + N + T)	Sonnerie
Contact à fermeture (contact de travail)	Contacteur (commande)	Connexion borne	Résistance
Contact à ouverture (contact de repos)	Rupteur (commande)	Connexion barrette	Condensateur
Bobines de commande	Bouton-poussoir à fermeture et retour automatique	Croisement de 2 conducteurs avec connexion	Impédance
Élément de protection thermique	Tirette à ouverture et retour automatique	Croisement de 2 conducteurs sans connexion	Éclairage de sécurité sur circuit spécial
Élément de protection magnétique		Dérivation	Bloc autonome d'éclairage de sécurité
		Boîte de jonction non enterrée	

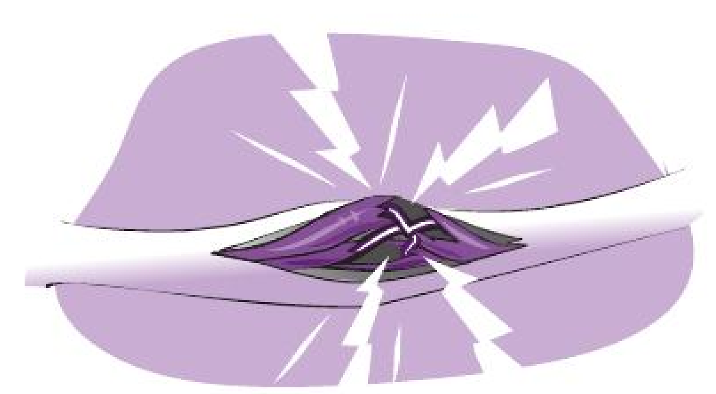
Comment ça marche

Risques et dangers électriques

Un échauffement des conducteurs ou des arcs électriques peuvent être à l'origine de risques et d'incendies provoqués par un court-circuit, un défaut d'isolement, une surcharge ou une surtension. Les chocs électriques, qui sont dûs à un contact direct ou indirect avec un élément sous tension, peuvent provoquer une électrisation ou électrotraumatisme qui peut conduire au décès.

Court-circuit

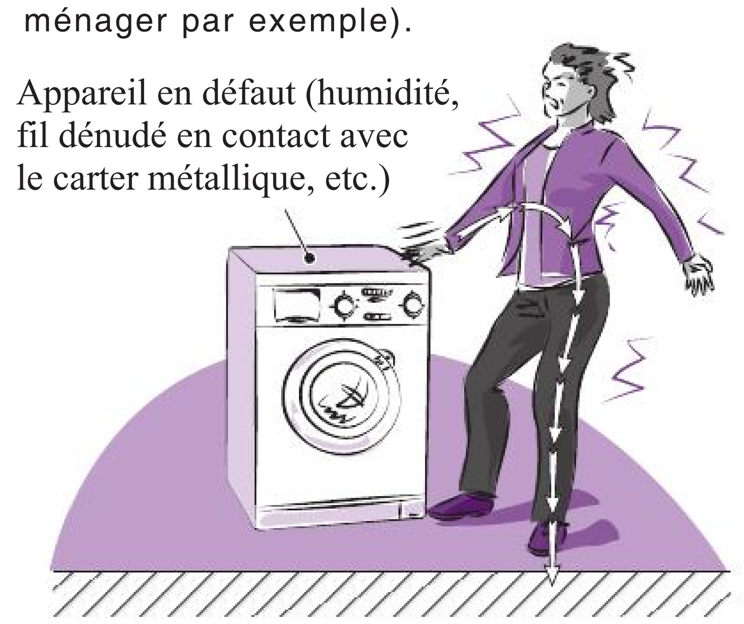
Un court-circuit est dû à un contact accidentel entre deux conducteurs de polarités différentes (phase et neutre ou entre phases pour les circuits triphasés) qui provoque une forte augmentation de l'intensité dans un temps très court ainsi qu'un échauffement important. Un court-circuit peut résulter de la détérioration de l'isolant des conducteurs, mais aussi d'une connexion mal serrée, d'une épissure, du branchement d'un appareil défectueux, etc.



Court-circuit

Défaut d'isolement

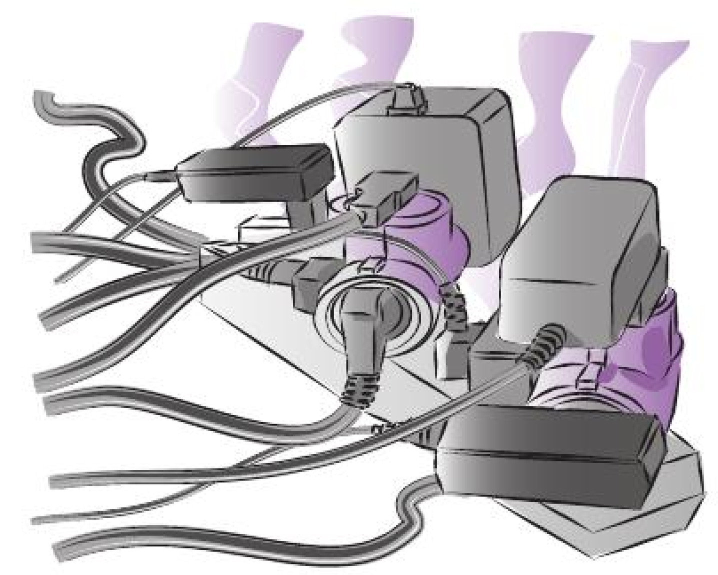
Un défaut d'isolement est provoqué par une dégradation de l'isolant sur un ou plusieurs conducteurs de phase. Ce défaut peut engendrer un court-circuit s'il se produit sur plusieurs conducteurs, ou une perte de courant (si le conducteur endommagé entre en contact avec la carcasse métallique d'un appareil ménager par exemple).



Défaut d'isolement

Surcharge

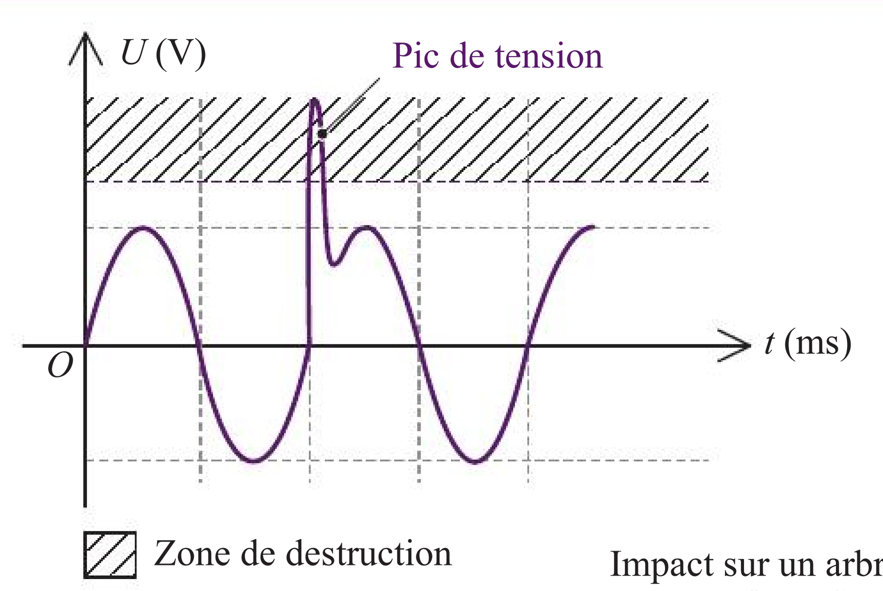
Une surcharge est due au passage d'un courant trop important dans des conducteurs de section inadaptée (raccordement de plusieurs appareils de forte puissance sur une même ligne au moyen d'un « bloc ménager » par exemple) ou à un défaut de protection contre les surcharges. Elle entraîne un échauffement des conducteurs pouvant détériorer l'isolant.



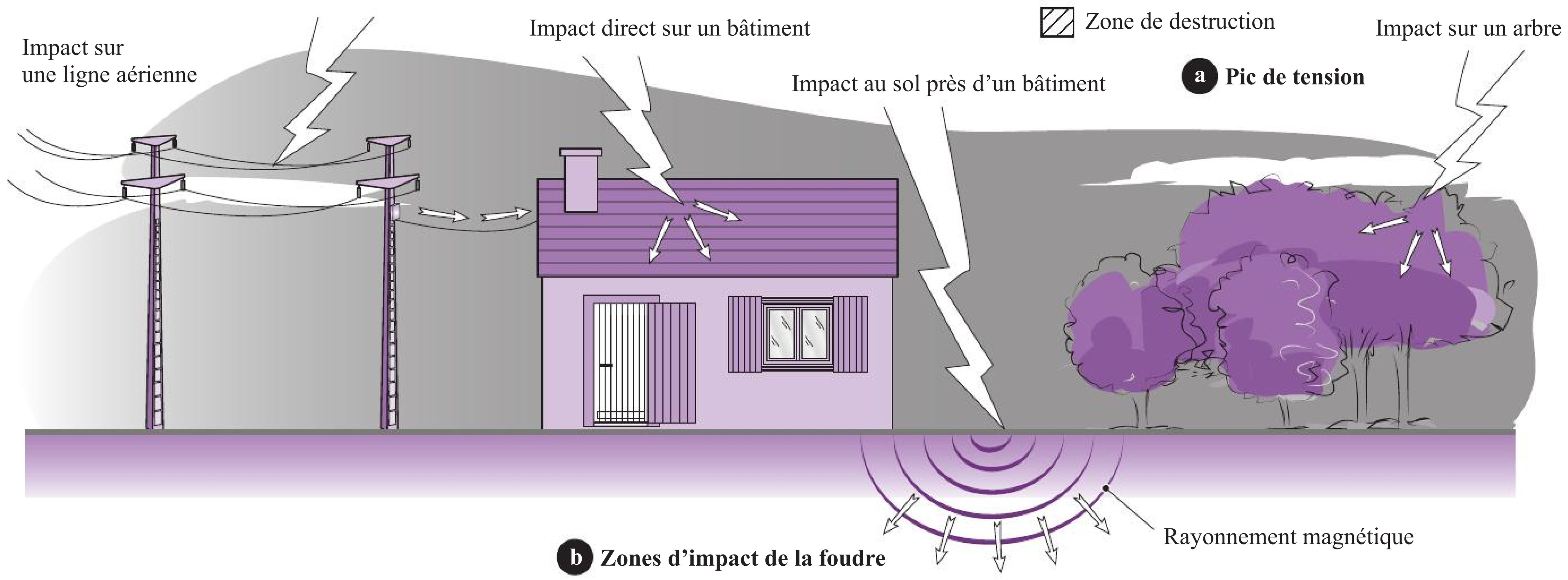
Surcharge (installation à proscrire)

Surtension

Les surtensions les plus importantes qui affectent les installations domestiques sont d'origine atmosphérique et provoquées par la foudre. Elles créent des pics de tension qui peuvent atteindre des dizaines de kilovolts et dont la durée est de l'ordre de la microseconde (a). La foudre peut tomber directement sur une ligne électrique aérienne, sur un bâtiment, provoquer un rayonnement magnétique en tombant à proximité d'une habitation, ou encore par l'intermédiaire d'un impact au sol (b).
Pour protéger le bâtiment ainsi que son installation électrique des effets de la foudre, trois éléments raccordés à la prise de terre sont indispensables :
- la protection extérieure contre la foudre (paratonnerre) ;
- la protection intérieure contre les surtensions (parafoudre de tête) ;
- la protection fine contre les surtensions de l'appareil terminal (parafoudre de circuit).



a Pic de tension

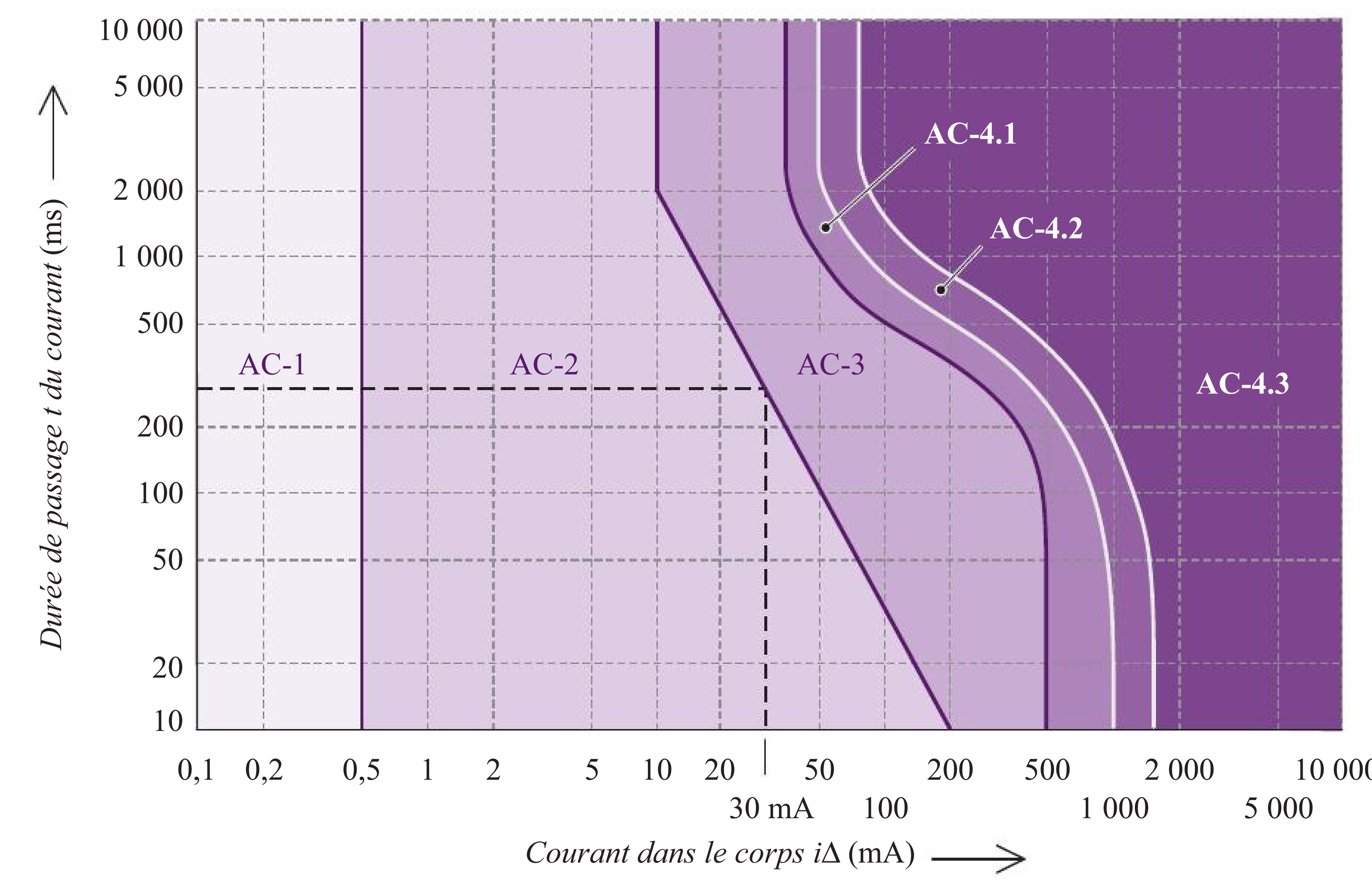


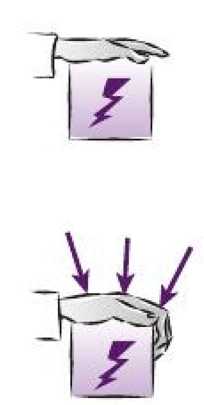
b Zones d'impact de la foudre

Dangers électriques

L'électrisation, également appelée électrotraumatisme, est un accident lié au passage d'un courant électrique à travers l'organisme. On parle d'électrisation lorsqu'une personne est traversée par un courant électrique et d'électrocution lorsqu'il y a décès. Le corps humain est conducteur : si, par accident, une tension est appliquée entre deux points du corps, un courant électrique le traverse en partie.
L'intensité de ce courant dépend de l'individu (âge, état de santé, etc.), des caractéristiques du contact (peau sèche, peau humide, chaussures, etc.) et de la valeur de la tension appliquée.
Les effets d'un courant électrique sur le corps humain dépendent de son intensité, de la durée de l'électrisation et de la nature du courant, un courant alternatif étant plus dangereux qu'un courant continu.

La gravité de l'atteinte dépend du trajet intracorporel et des organes situés sur ce trajet, qui sont traversés par le courant.





AC-1 : Habituellement aucune réaction
AC-2 : Habituellement aucun effet physiologique dangereux
AC-3 : Habituellement aucun dommage organique
Probabilité de contractions musculaires et de difficultés respiratoires pour des durées de passage du courant > 2 s.
Perturbations réversibles dans la formation de propagation des impulsions dans le cœur sans fibrillation ventriculaire, augmentant avec l'intensité du courant et le temps de passage

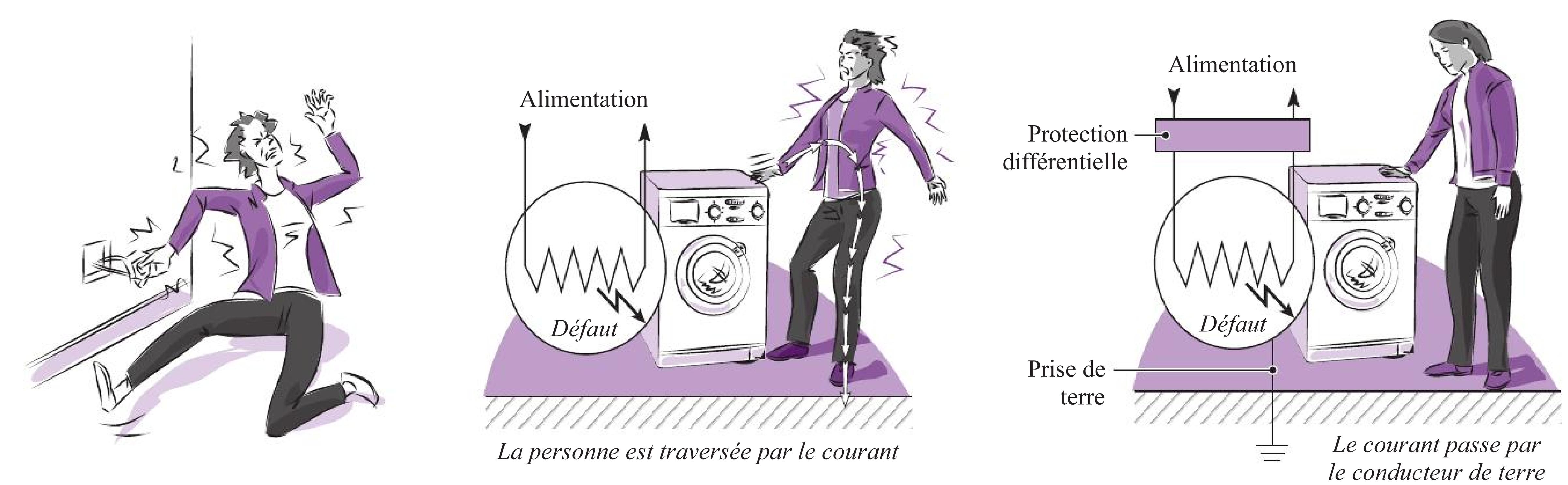


AC-4 : Possibilité d'effets pathophysiologiques, augmentant avec l'intensité et le temps tels qu'arrêt cardiaque, arrêt respiratoire et brûlures graves avec les effets de la zone 3
AC-4.1 : Probabilité de fibrillation ventriculaire jusqu'à environ 5 %
AC-4.2 : Probabilité de fibrillation ventriculaire jusqu'à environ 50 %
AC-4.3 : Probabilité de fibrillation ventriculaire supérieure à 50 %

Effets d'un courant électrique sur le corps humain en fonction du temps (zones de risques)

Protection contre les chocs électriques

L'origine des chocs électriques peut être due à un contact avec une partie normalement sous tension (contact direct), ou à un contact avec une partie conductrice sous tension lors d'un défaut d'isolement (contact indirect).
Le risque de contact direct (a) est lié à l'absence d'isolation d'un conducteur ou à l'absence d'enveloppe autour de parties sous tension (installations dégradées laissant apparaître des portions de conducteur sans isolant). Pour se protéger, il faut veiller au bon état des canalisations et à la fermeture des boîtes de connexion, des tableaux de distribution ainsi qu'à la fixation de l'appareillage.
Le risque de contact indirect est lié à la dégradation d'un récepteur, qui présente alors des parties métalliques accessibles sous tension (b). Pour être protégé, toutes les parties accessibles conductrices doivent être reliées au conducteur de protection (vert et jaune (c)), qui maintient toutes les masses au même potentiel évitant ainsi le risque d'électrisation. Un dispositif doit mettre la partie de l'installation hors tension ; dans le cas des installations domestiques, c'est le dispositif différentiel à haute sensibilité qui assure cette fonction.



a Contact direct **b Contact indirect** (sans prise de terre) **c Contact indirect** (avec prise de terre)

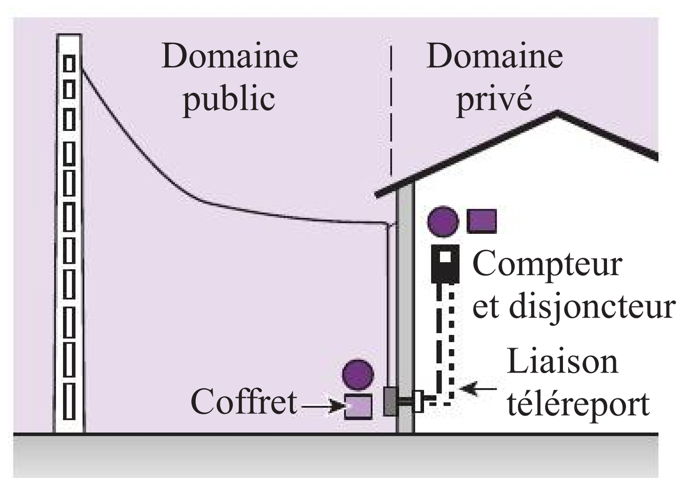
Alimentation et protection électriques

Comment ça marche

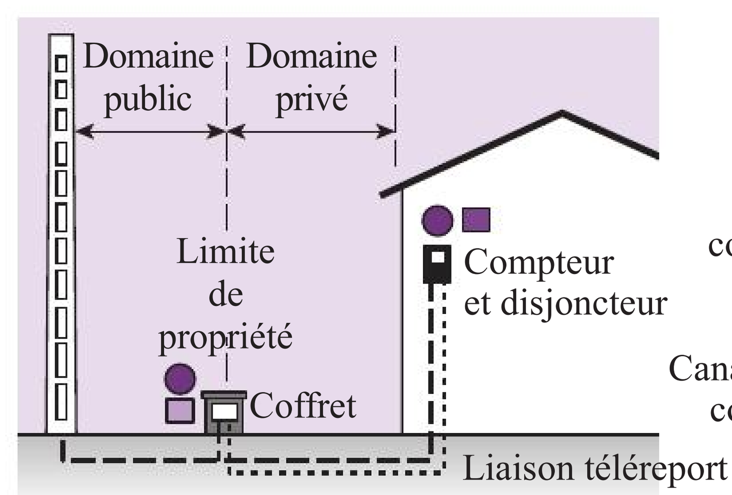
L'alimentation électrique d'un bâtiment comprend le branchement, placé sous le contrôle du concessionnaire-fournisseur d'électricité, et les installations intérieures, à la charge du propriétaire ; elle est soumise, dans le cas d'une construction neuve ou d'une réhabilitation importante, au contrôle du Consuel (organisme indépendant chargé de la vérification des installations électriques) qui fournit une attestation de conformité permettant la mise sous tension de l'installation.

Distribution et raccordement

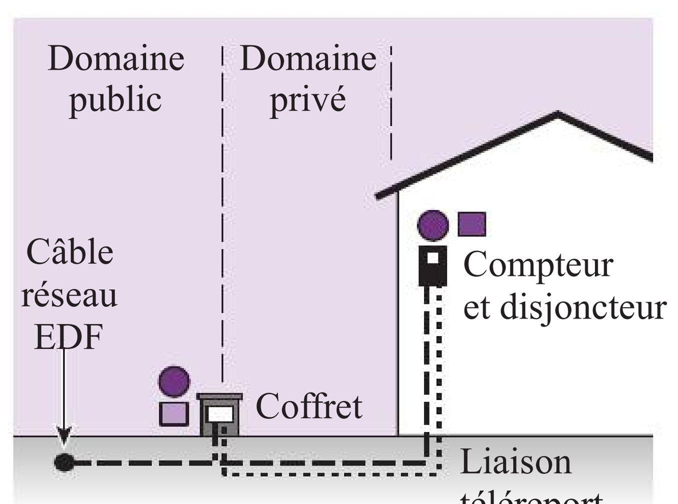
Selon l'implantation du bâtiment et la nature du réseau, plusieurs types de raccordement peuvent être réalisés (a) et (b), même si les installations souterraines répondant aux exigences environnementales sont recommandées. Les canalisations enterrées doivent être implantées à une profondeur minimale de 0,50 m. Le dispositif de protection du branchement, le compteur et éventuellement le relais « heures creuses » sont placés dans un coffret normalisé (c), placé en bordure de voie ou encastré dans la façade du bâtiment. La pénétration dans le bâtiment du câble des installations aériennes doit être réalisée sous conduit étanche (d) ; le câble des installations aérosouterraines doit être protégé par une protection mécanique à la base du poteau (e).



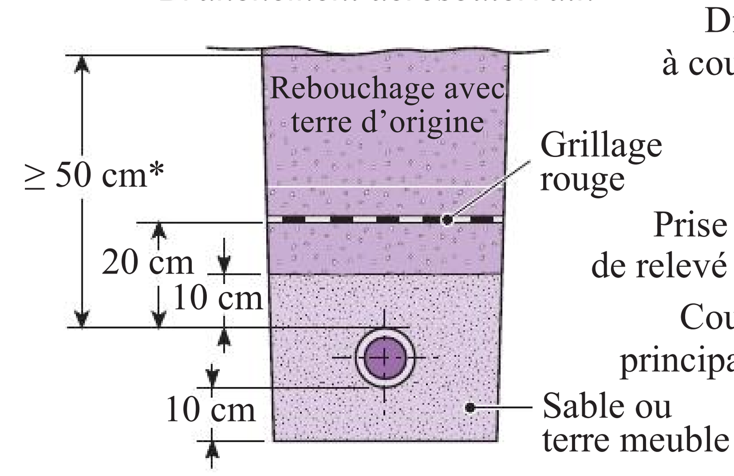
Branchement aérien



Branchement aérosouterrain



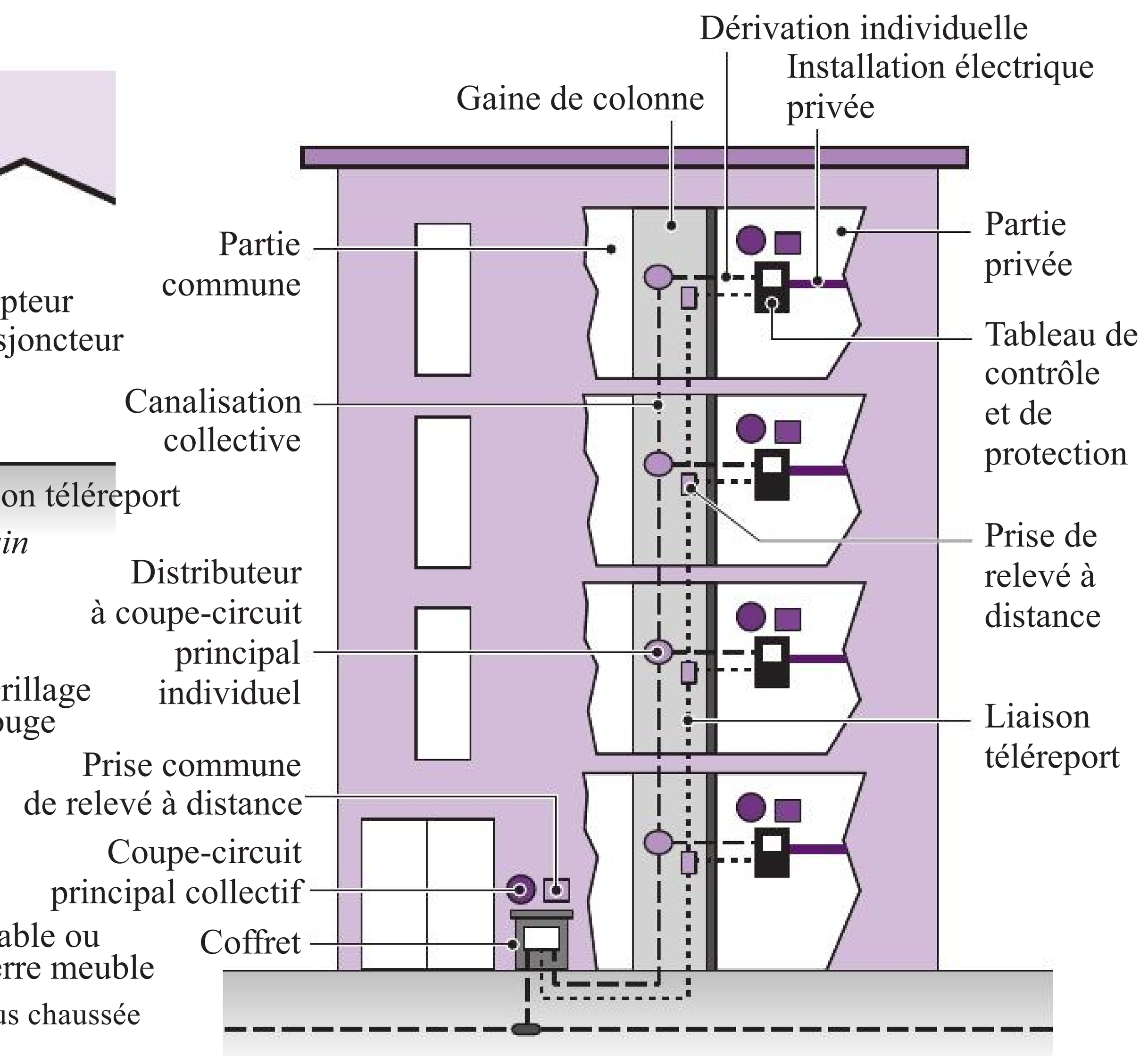
Branchement souterrain



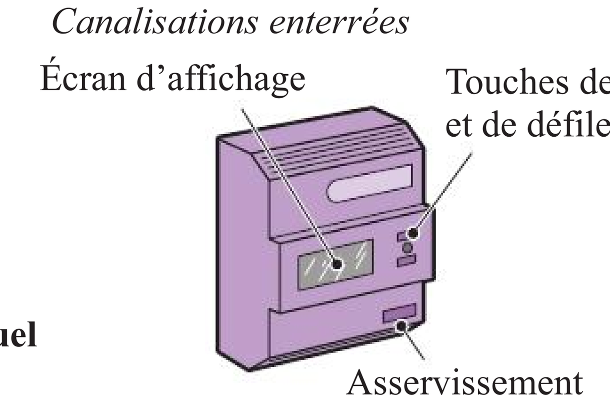
Canalisations enterrées

Disjoncteur de branchement — Coupe-circuit général — Coffret — Compteur d'abonné — Prise de relevé à distance (téléreport)

a Raccordement individuel

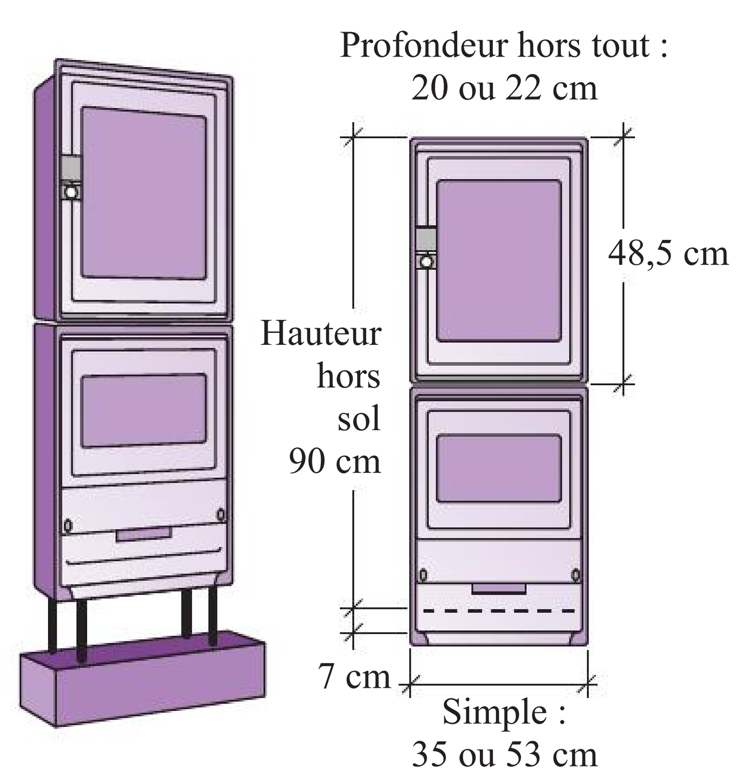


b Raccordement collectif

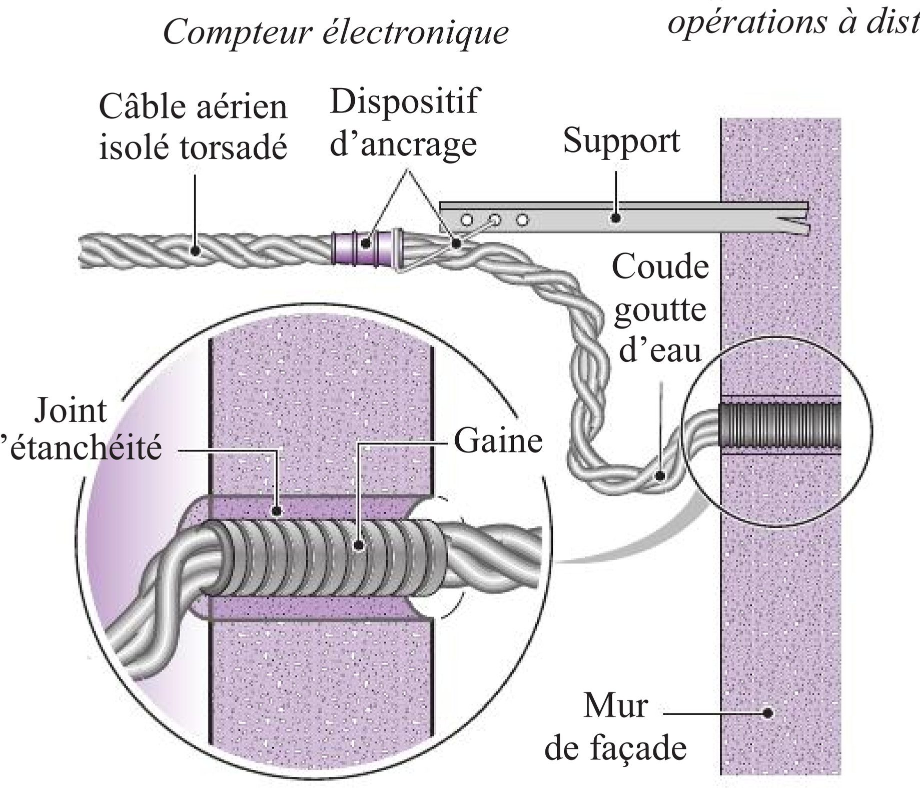


Compteur électronique

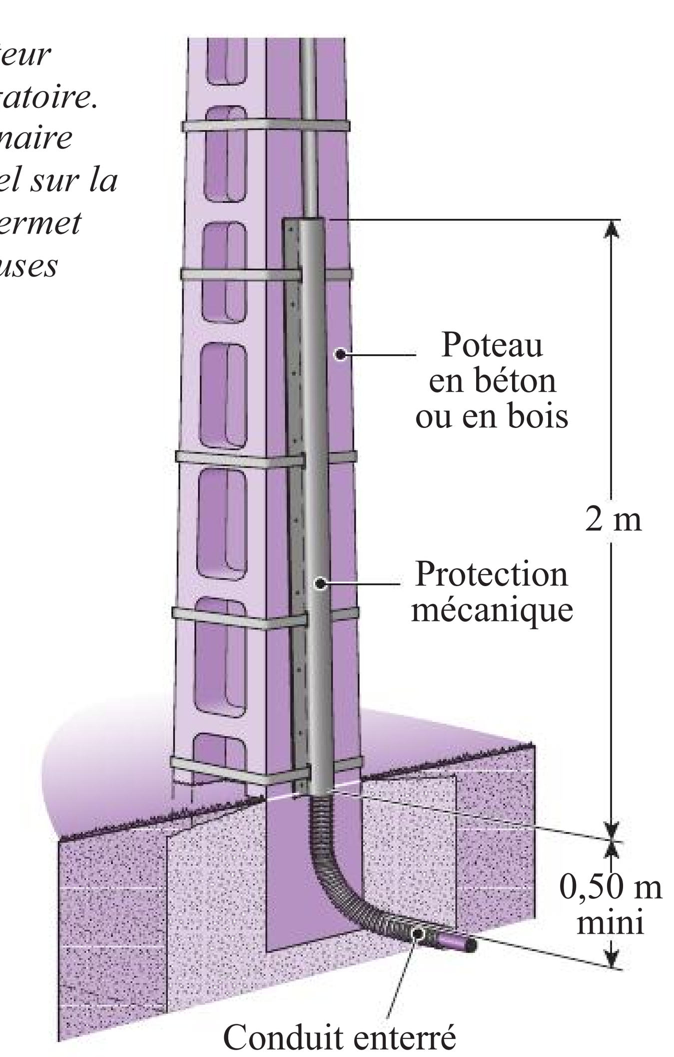
Depuis 2012, le compteur communicant est obligatoire. Il renseigne le gestionnaire du réseau en temps réel sur la consommation et lui permet d'effectuer de nombreuses opérations à distance.



c Coffret extérieur normalisé



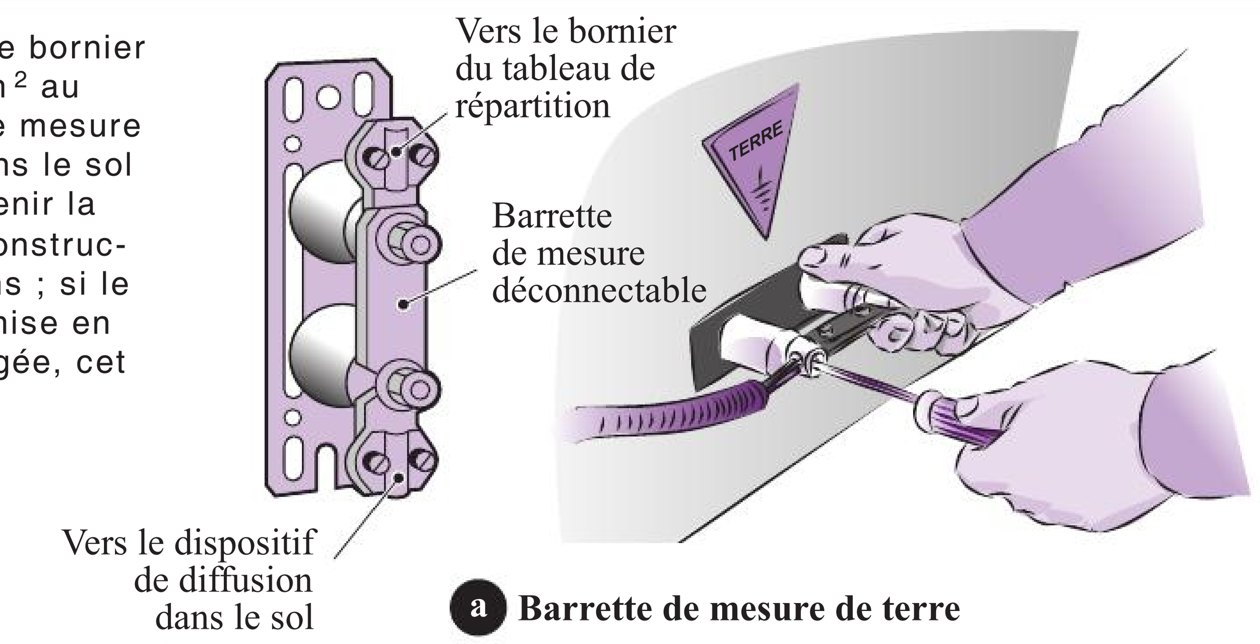
d Pénétration du câble aérien dans le bâtiment



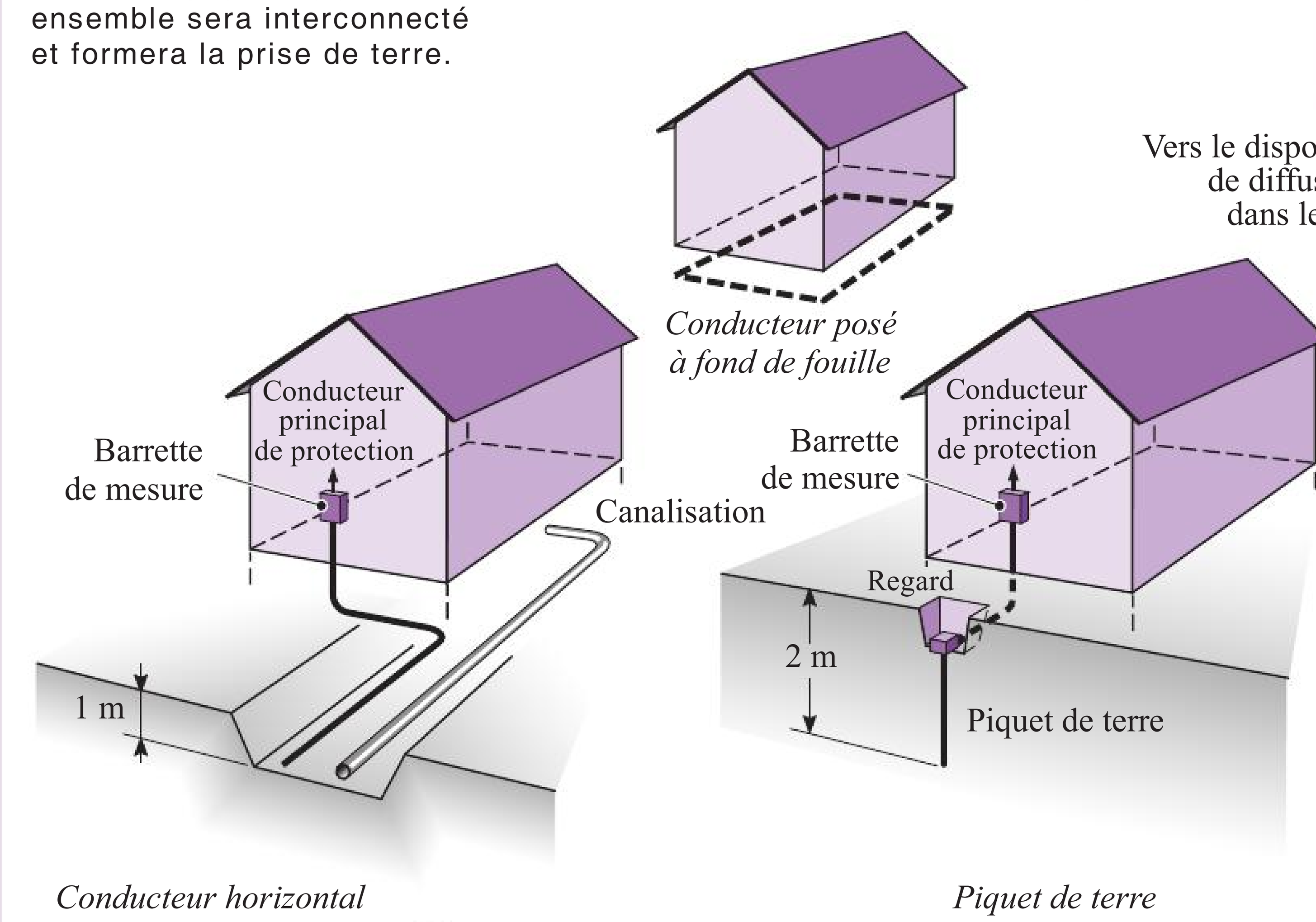
e Protection du câble à la base du poteau

Mise à la terre

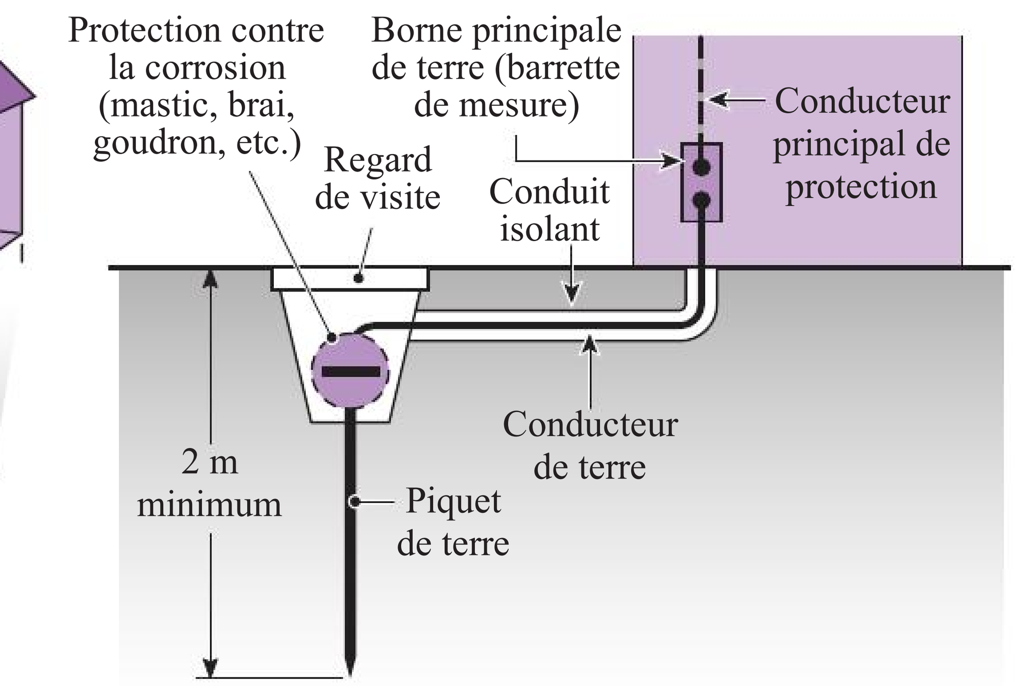
Tous les circuits de terre d'une habitation sont raccordés sur le même bornier du tableau de répartition et sont ensuite reliés par un câble de 16 mm² au dispositif de diffusion dans le sol par l'intermédiaire d'une barrette de mesure facultative (a). Les modes de réalisation du dispositif de diffusion dans le sol sont variés (b) ; la boucle à fond de fouille, solution qui permet d'obtenir la meilleure résistance de terre, est recommandée pour les nouvelles constructions. La valeur de la prise de terre doit être au plus égale à 100 ohms ; si le ceinturage à fond de fouille ne permet pas d'obtenir cette valeur, la mise en œuvre de piquets (c) ou d'un câble nu en tranchée devra être envisagée, cet ensemble sera interconnecté et formera la prise de terre.



a Barrette de mesure de terre



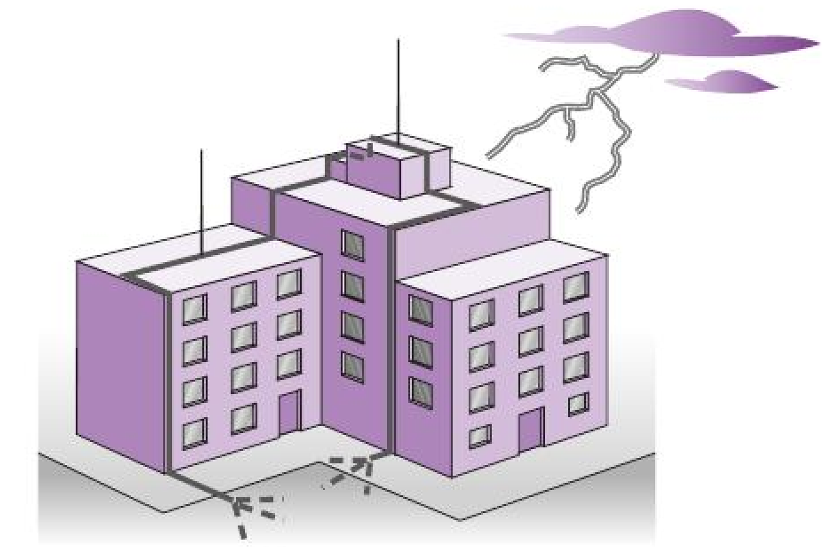
b Dispositifs de diffusion dans le sol

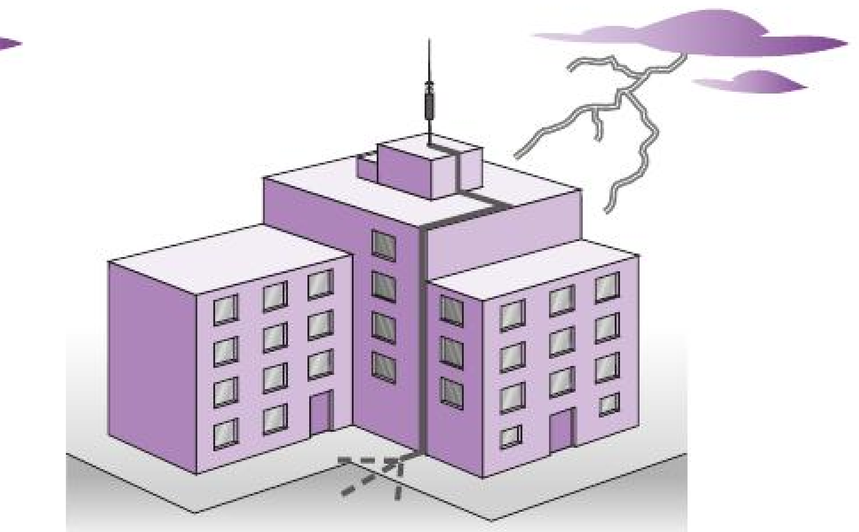


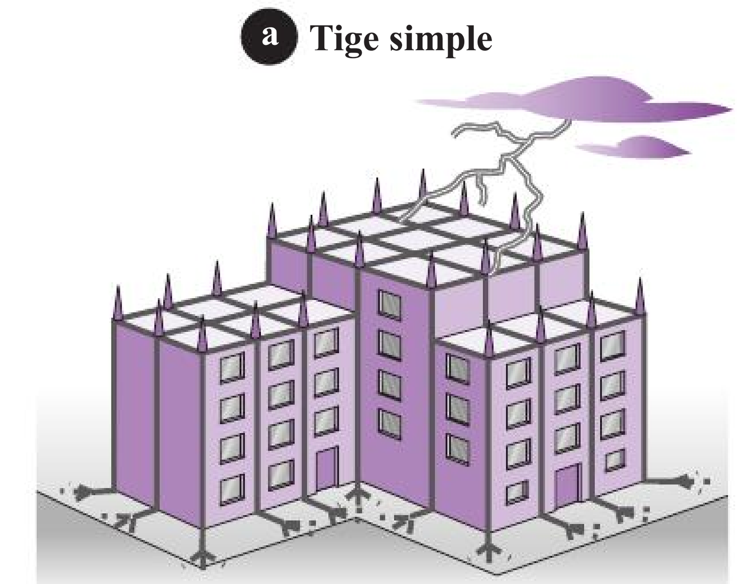
c Détails d'un piquet de terre

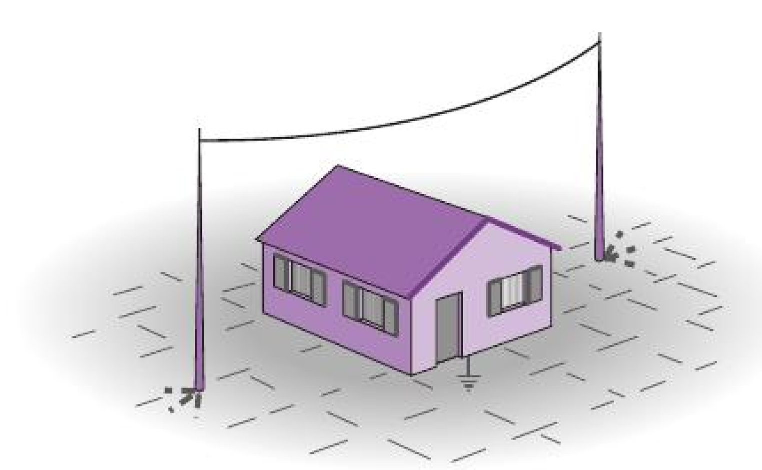
Protection contre la foudre

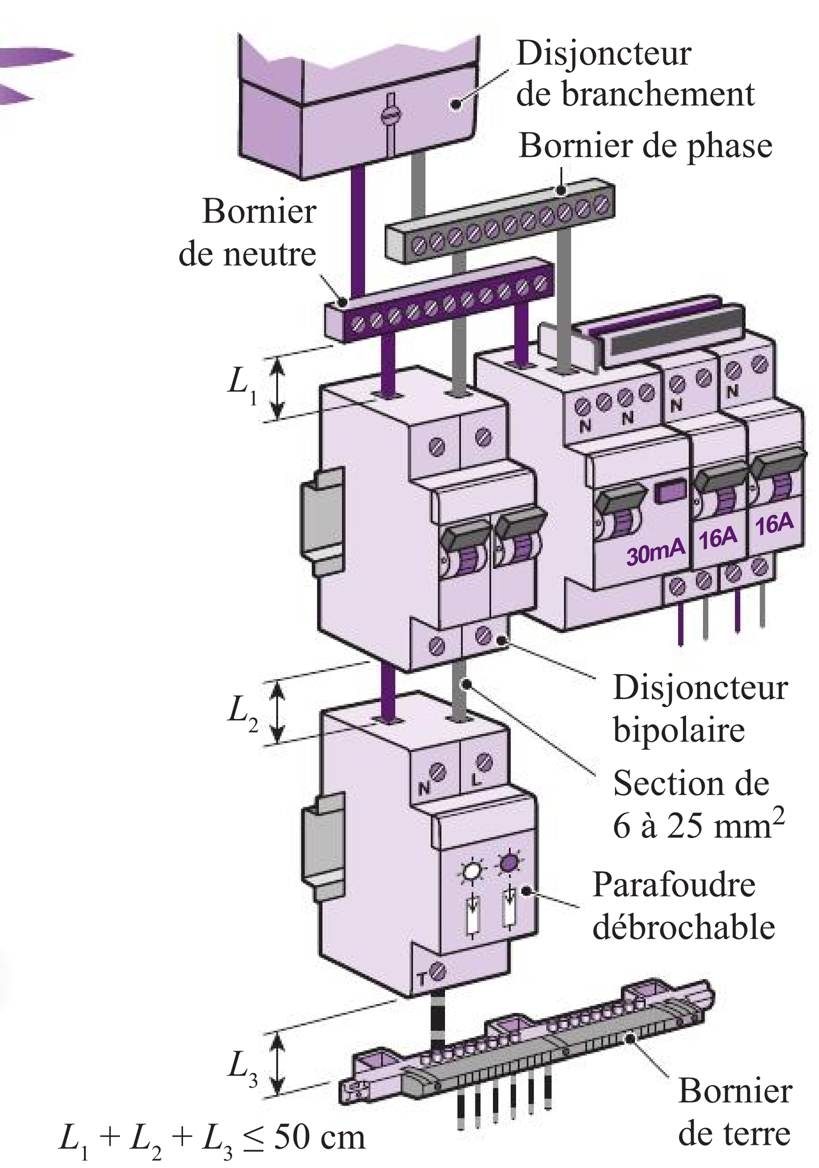
Les paratonnerres limitent les effets directs de la foudre sur les bâtiments. Ils permettent de capter le courant de la foudre et de l'écouler vers la terre sans causer de dommage ni à la structure ni aux équipements. Quatre types de protection sont distingués : le paratonnerre à tige simple (a), à dispositif d'amorçage (b), à cage maillée (c) et à fils tendus (d). Les parafoudres limitent les effets indirects de la foudre transmis par les installations électriques en écoulant à la terre les courants de foudre et en limitant les surtensions. Ils sont obligatoires dans les départements où le niveau kéraunique (nombre de coups de tonnerre par an, noté Nk) dépasse 25 (e).


a Tige simple


b Dispositif d'amorçage


c Cage maillée


d Fils tendus



e Raccordement d'un parafoudre

Comment ça marche

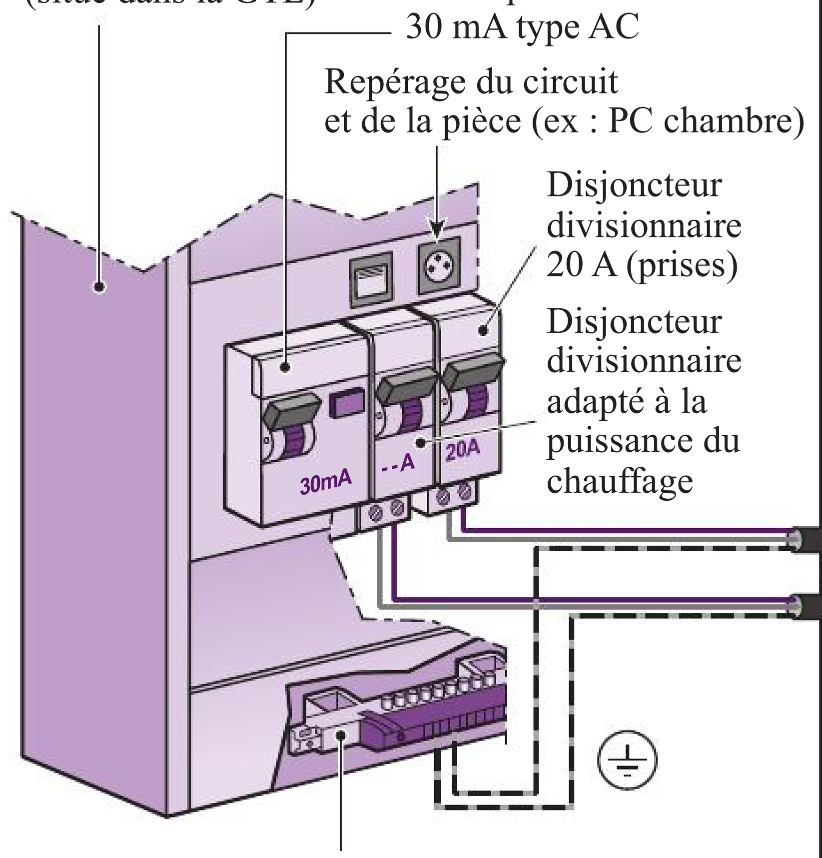
Circuits de prises et d'éclairage

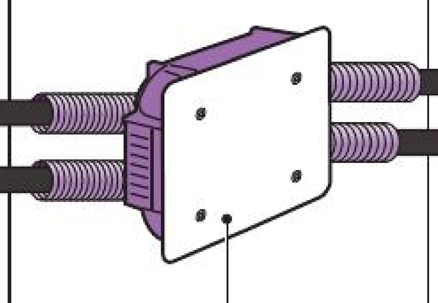
Les circuits de prises et d'éclairage sont composés d'une protection, située dans le coffret de la gaine technique du logement (GTL) en amont de l'installation, de conducteurs isolés ou de câbles protégés par des conduits et d'organes de commande (interrupteurs, commutateurs, boutons poussoirs, détecteurs, etc.). Tout circuit électrique se termine par une boîte d'encastrement pour appareillage ou par une boîte de connexion. La charge supportée dépend du calibre de la protection et de la section des conducteurs.

Circuits de prises et d'alimentation

Un circuit de prises électriques peut être distribué depuis une boîte de connexion ou repiqué sur le socle des prises. Le nombre de socles de prises alimentés dépend de la section des conducteurs : 8 socles pour des conducteurs de 1,5 mm² et 12 socles pour des conducteurs de 2,5 mm². Pour les circuits spécialisés alimentant les appareils ménagers de forte puissance, les dérivations et repiquages ne sont pas autorisés.

Coffret de protection (GTL)	**Conducteurs**	**Récepteurs**
Circuits de prises et circuits spécialisés d'alimentation électrique *(appareils ménagers, chauffage)*		
Coffret de protection (situé dans la GTL)	6 conducteurs isolés à âme rigide HO7 V-U ou HO7 V-R de section : • 2,5 mm² (prises confort) • adaptée à la puissance (convecteur) **OU** Câbles U 1000 R2V : • 3 × 2,5 mm² (prises) • adaptés à la puissance (convecteur) Boîte de dérivation, boîte de combles ou boîte centrale de pieuvre (sauf pour les circuits spécialisés qui doivent être raccordés directement au dispositif de protection)	Dd : disjoncteur divisionnaire DD : disjoncteur différentiel
Alimentation électrique d'une chaudière à gaz et d'un ballon de production d'eau chaude		
Coffret de protection (situé dans la GTL)	6 conducteurs isolés à âme rigide HO7 V-U ou HO7 V-R de section : • 2,5 mm² (ballon) • 1,5 mm² (chaudière) **OU** Câbles U 1000 R2V : • 3 × 2,5 mm² (ballon) • 3 × 1,5 mm² (chaudière) Les circuits spécialisés qui alimentent les ballons et les chaudières doivent être raccordés directement au dispositif de protection.	

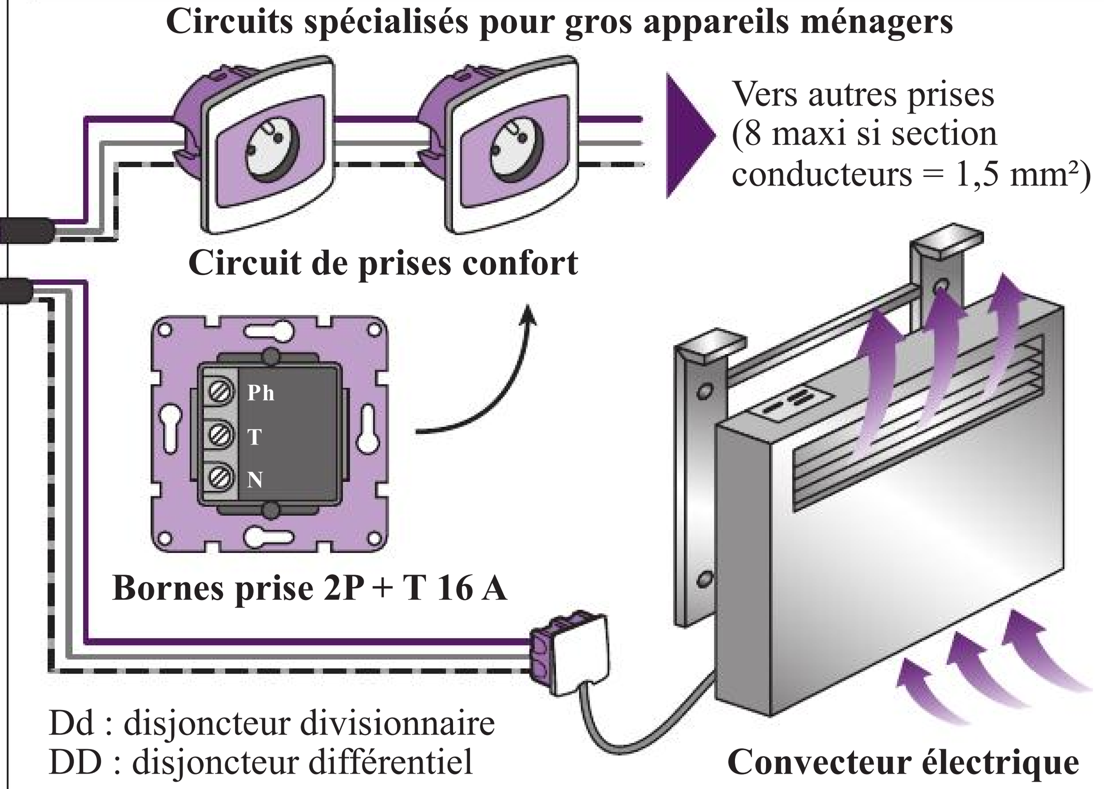


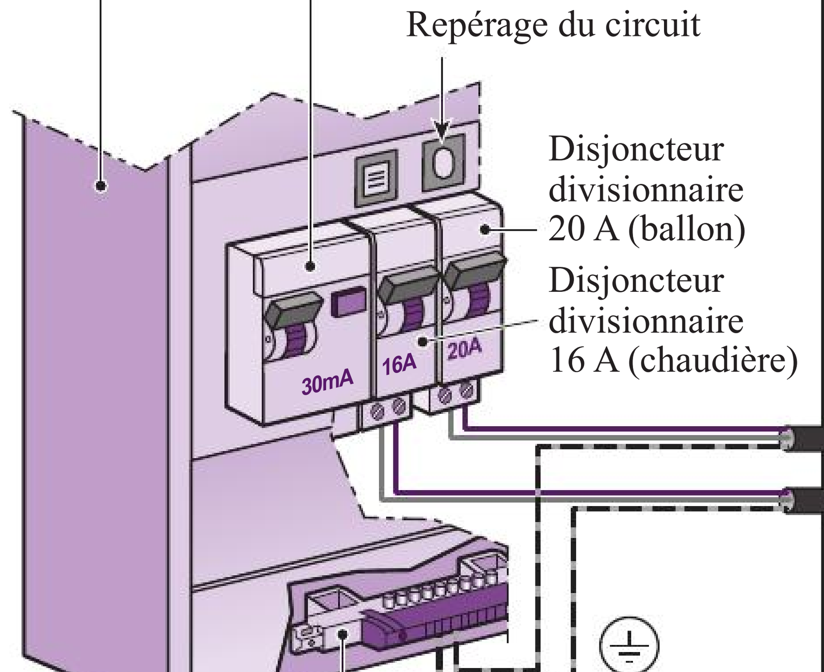


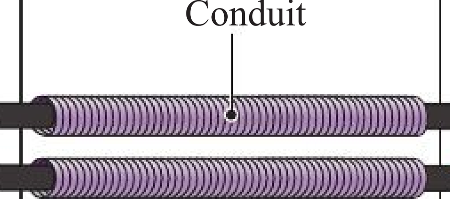
Courant assigné maxi de la protection / section des conducteurs

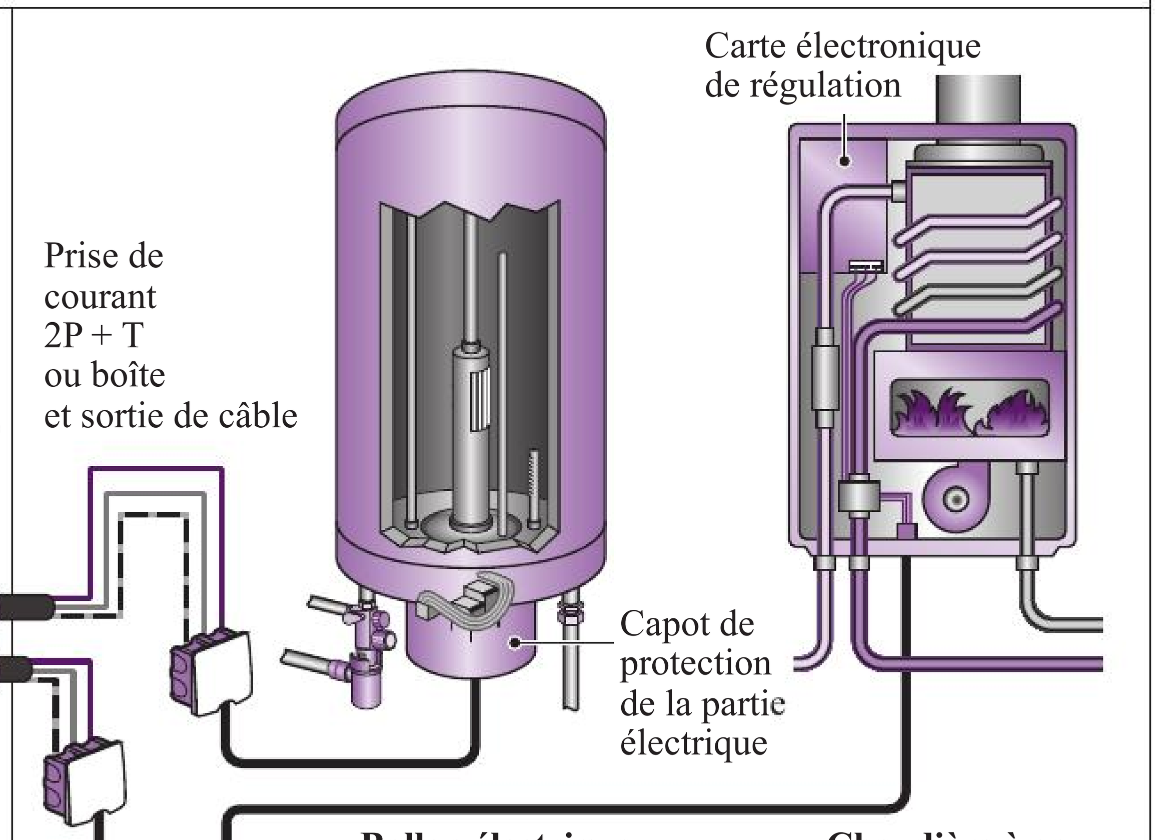
Plaques Mono Dd 32 A 6 mm²	Congélateur DD 30 mA type AC 1,5 mm²	Lave-linge Dd 20 A 2,5 mm²
Plaques Tri Dd 20 A 2,5 mm²	Lave-vaisselle Dd 20 A 2,5 mm²	Four Dd 20 A 2,5 mm²

Circuits spécialisés pour gros appareils ménagers





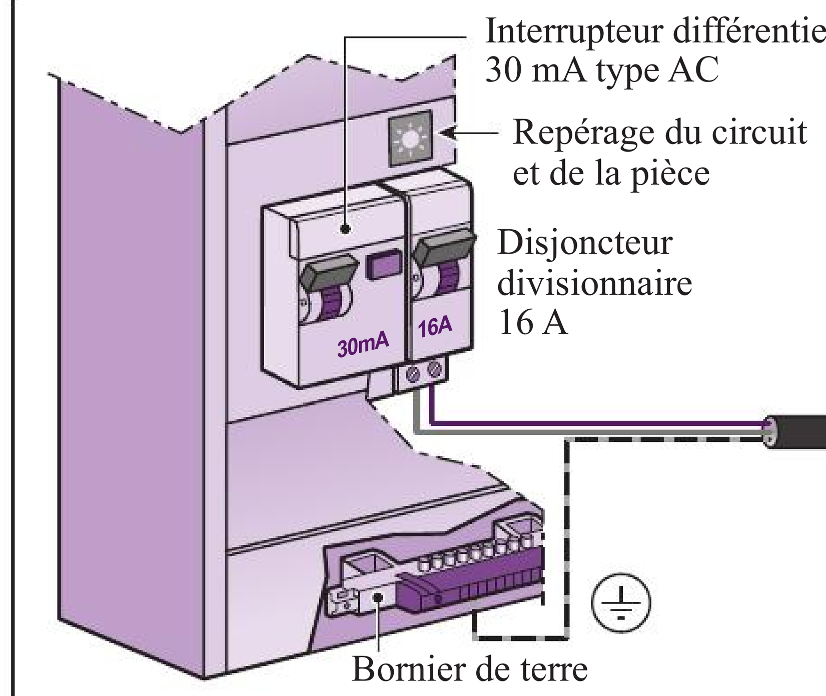


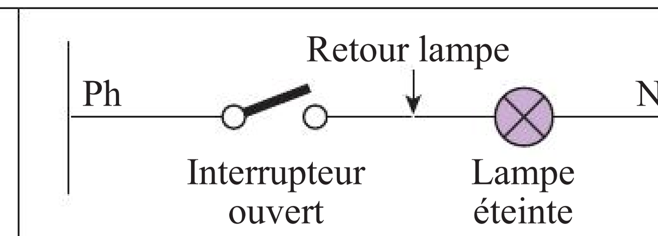


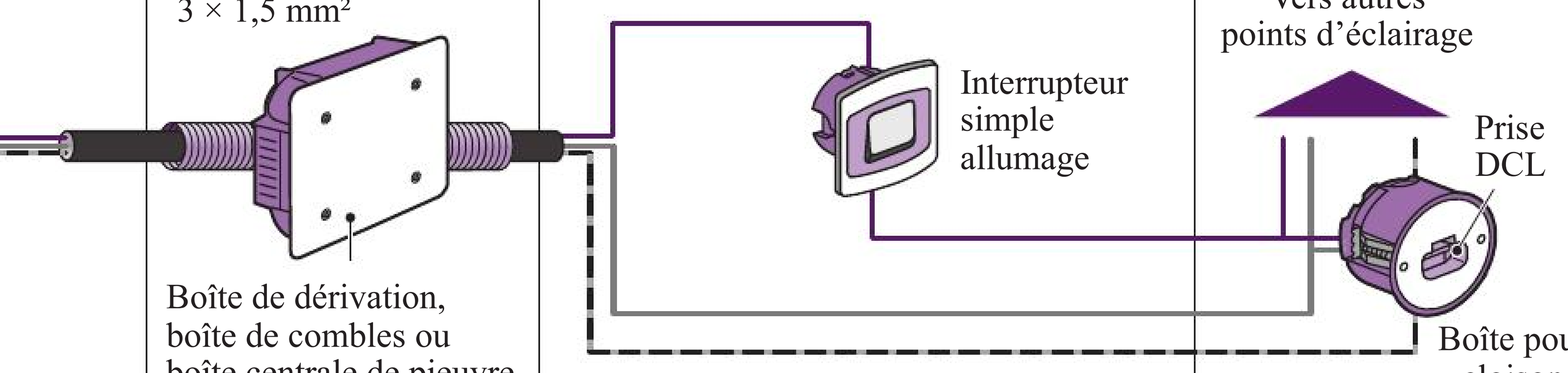
Circuits d'éclairage

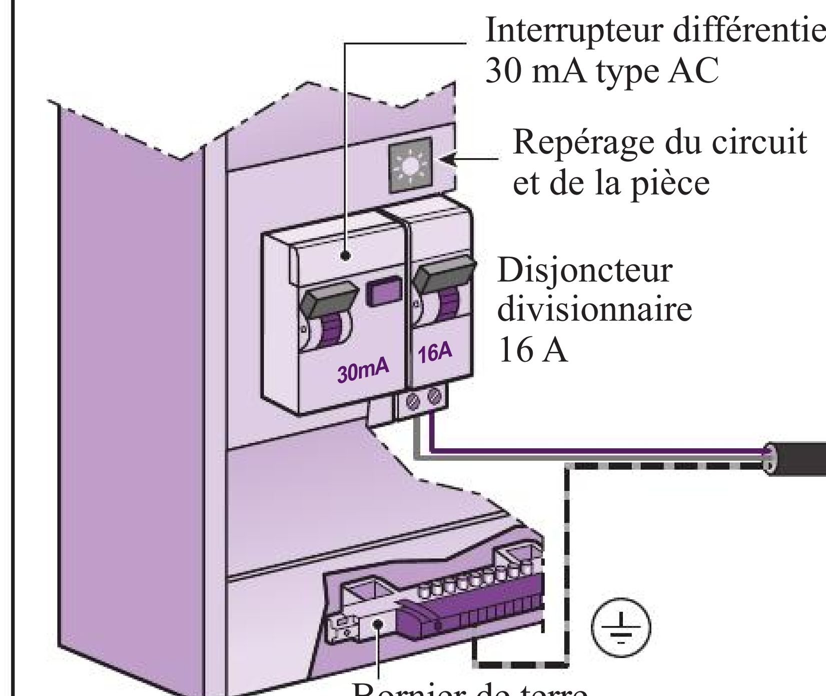
Le simple allumage, le va-et-vient et le télérupteur sont les 3 commandes de base des circuits d'éclairage. Elles permettent la commande de luminaires depuis 1, 2 ou de multiples points de commande. Les circuits sont regroupés sous un dispositif de protection situé dans la GTL. Le va-et-vient est utilisé pour les cages d'escalier, les circulations et les pièces à double issue. Au-delà de deux points de commande d'éclairage, la norme impose un télérupteur placé dans le tableau de répartition ou déporté dans la pièce.

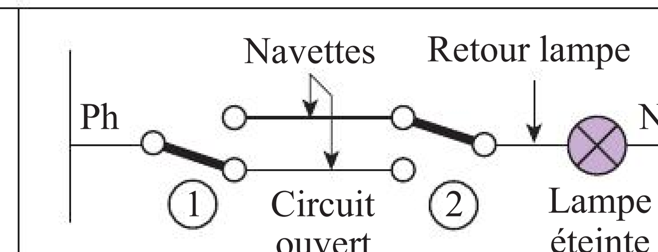
Coffret de protection (GTL)	**Conducteurs**	**Organes de commande**	**Récepteurs**
Simple allumage			
Interrupteur différentiel 30 mA type AC Repérage du circuit et de la pièce Disjoncteur divisionnaire 16 A Bornier de terre	3 conducteurs isolés à âme rigide HO7 V-U ou HO7 V-R de section 1,5 mm² sous conduit **OU** Câble U 1000 R2V 3 × 1,5 mm² Boîte de dérivation, boîte de combles ou boîte centrale de pieuvre	**Principe de commande**	8 points d'éclairage maximum par protection, boîte de raccordement pour luminaire avec prise DCL obligatoire
Va-et-vient			
Interrupteur différentiel 30 mA type AC Repérage du circuit et de la pièce Disjoncteur divisionnaire 16 A Bornier de terre	3 conducteurs isolés à âme rigide HO7 V-U ou HO7 V-R de section 1,5 mm² sous conduit **OU** Câble U 1000 R2V 3 × 1,5 mm² Boîte de dérivation, boîte de combles ou boîte centrale de pieuvre	**Principe de commande**	8 points d'éclairage maximum par protection, boîte de raccordement pour luminaire avec prise DCL obligatoire
Télérupteur unipolaire			
Coffret de protection (situé dans la GTL) Disjoncteur divisionnaire 16 A Télérupteur unipolaire 230 V : • 1 et 2 : contact • a, b : bobine Interrupteur différentiel 30 mA type AC Bornier de terre	5 conducteurs isolés à âme rigide HO7 V-U ou HO7 V-R de section 1,5 mm² sous conduit **OU** Câbles U 1000 R2V : • 5 × 1,5 mm² (vers boîte) • 3 × 1,5 mm² (lampes) • 2 × 1,5 mm² (poussoirs) Boîte de dérivation, boîte de combles ou boîte centrale de pieuvre	**Principe de commande** Nombre illimité de boutons poussoirs à fermeture (sans voyants). Interrupteurs interdits	8 points d'éclairage maximum par protection, boîte de raccordement pour luminaire avec prise DCL obligatoire

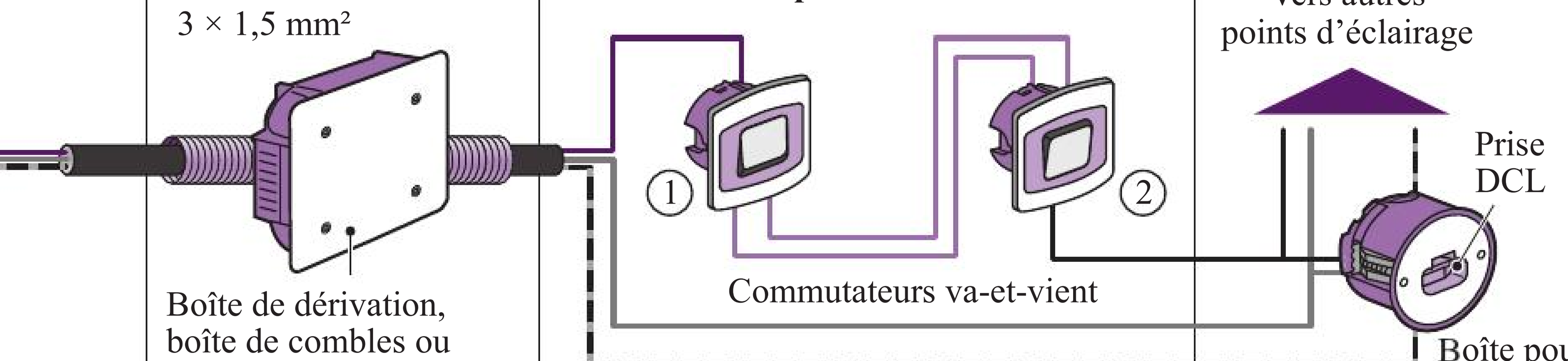


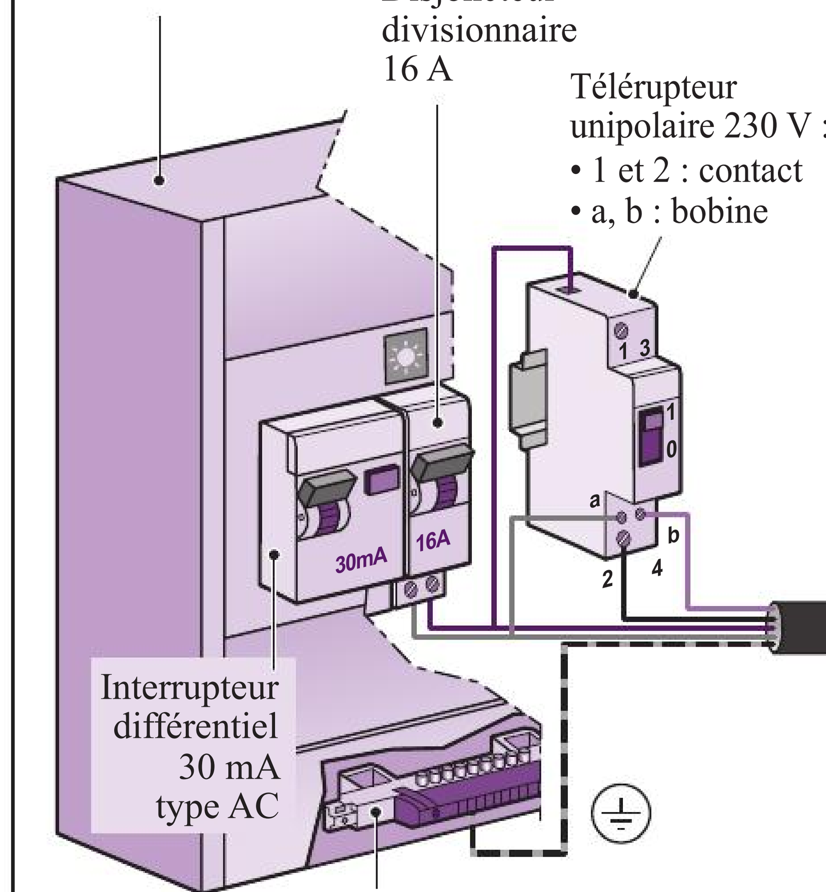


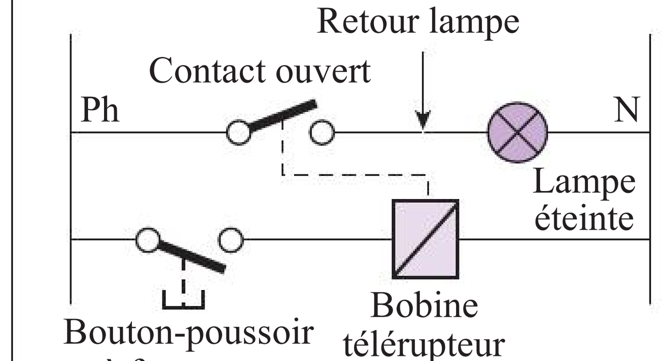


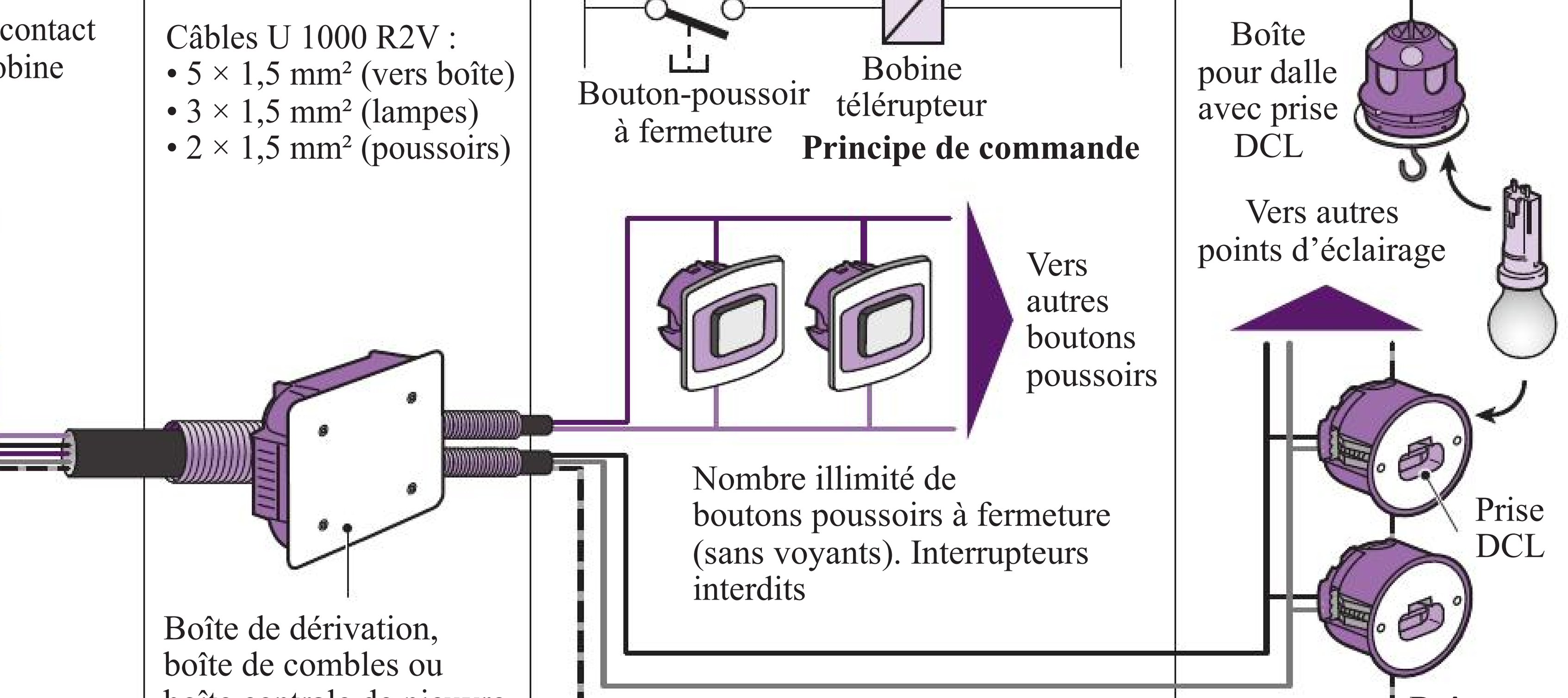












D'après Legrand

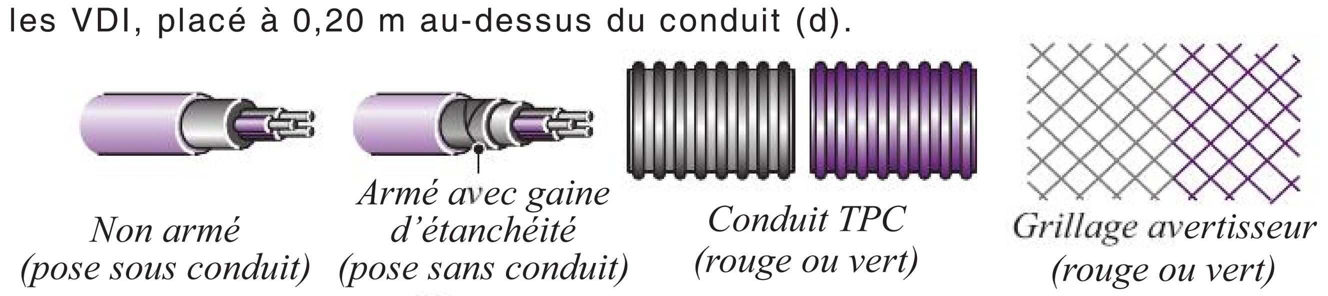
Distribution des circuits électriques

Comment ça marche

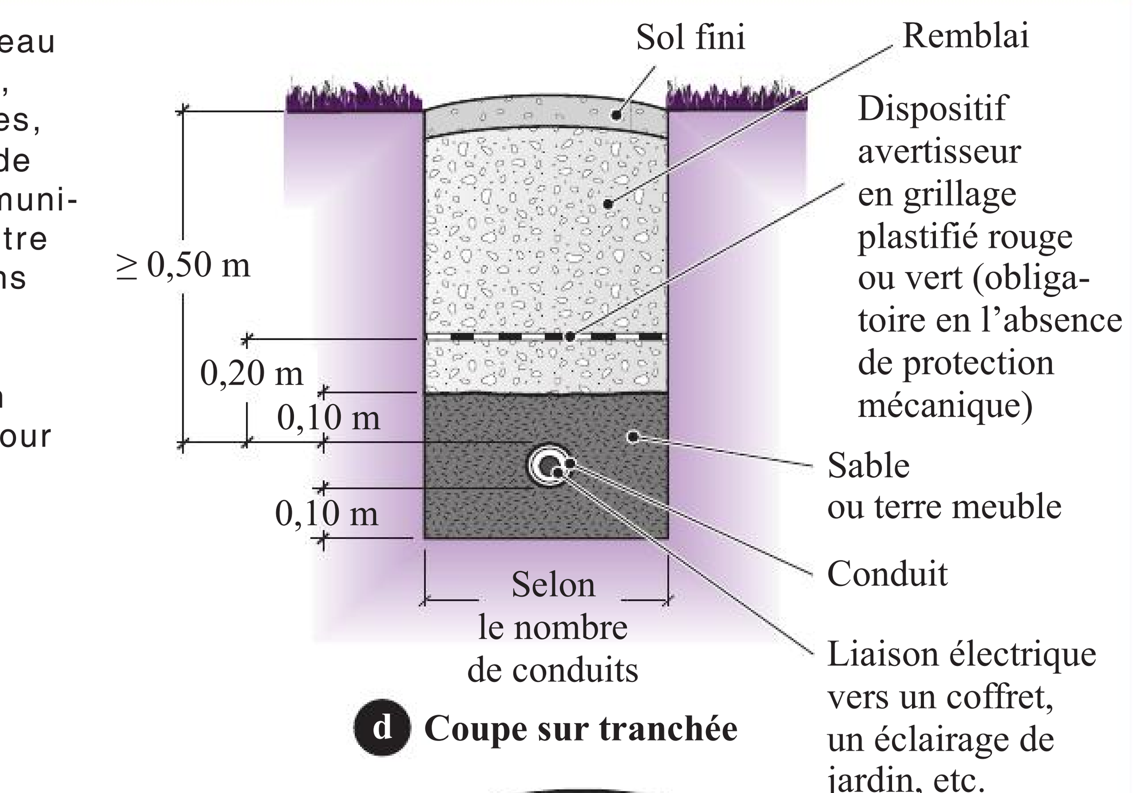
La distribution des lignes électriques passe par le sol extérieur, les sols intérieurs, les murs et les plafonds. Il n'est pas obligatoire qu'elle emprunte le chemin le plus court ; cependant, certaines règles de sécurité et d'esthétique permettent de réaliser une distribution adaptée. La pose peut être apparente, employant des câbles, des conduits ou des profilés, engravée avec des conduits noyés dans les murs, ou encore mixte, dite semi-engravée.

Distribution enterrée

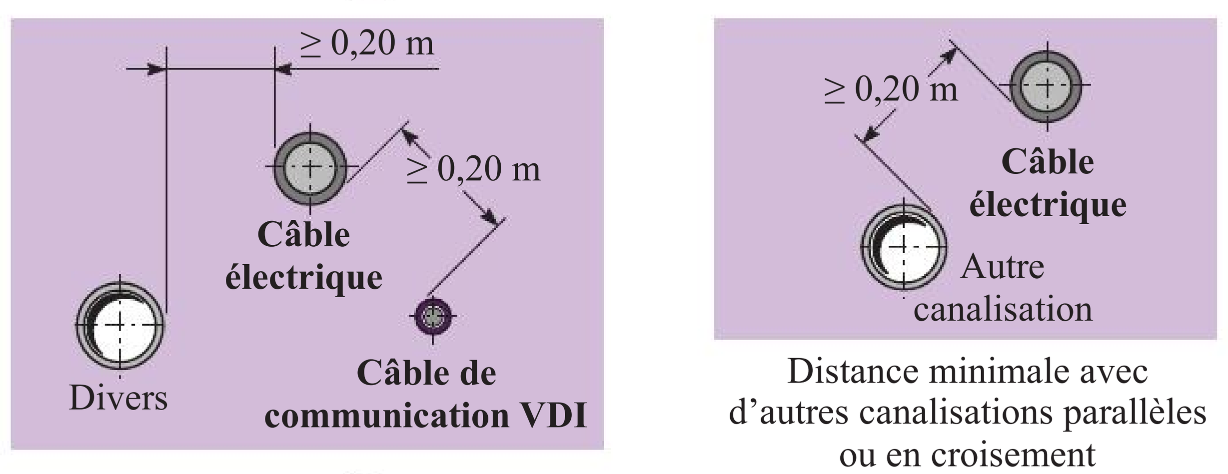
La distribution enterrée est utilisée pour le raccordement d'un bâtiment au réseau public et pour l'alimentation, depuis une construction, des éclairages de jardin, des dépendances, des locaux techniques de piscines, des portails automatiques, etc. Elle est assurée par des câbles, protégés par des conduits de type TPC, de couleur rouge pour les circuits de puissance et verte pour les circuits de communication VDI (a). Les câbles armés comportant une gaine d'étanchéité peuvent être posés en pleine terre. Les cheminements et croisements avec des canalisations non électriques (eau, gaz, etc.) font l'objet de dispositions spécifiques (b).
Le passage sous une voie carrossable ou un trottoir doit être enterré à une profondeur de 0,85 m (c). Toute canalisation enterrée doit être signalée par un grillage avertisseur de couleur rouge pour les circuits de puissance ou verte pour les VDI, placé à 0,20 m au-dessus du conduit (d).



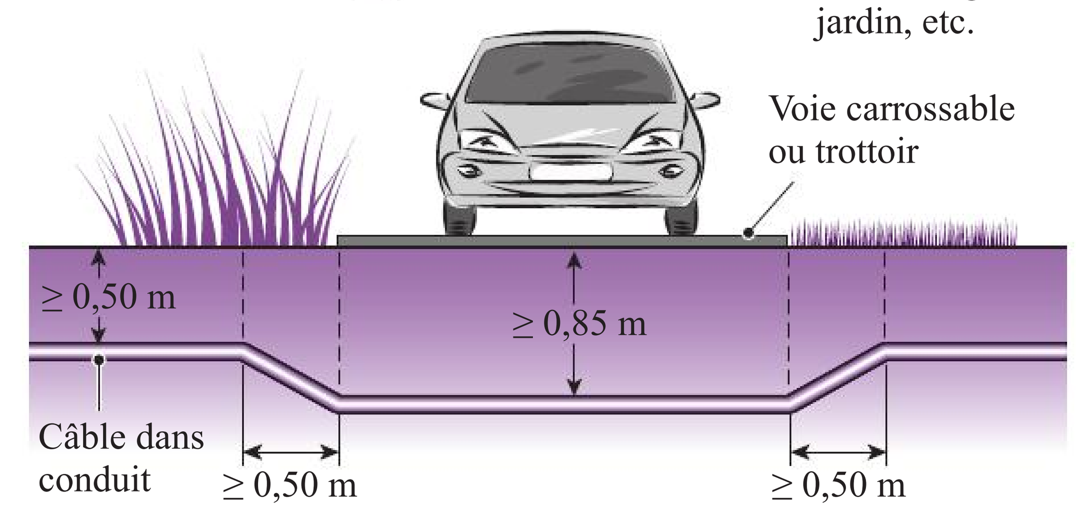
a Câbles, conduits et accessoires



d Coupe sur tranchée



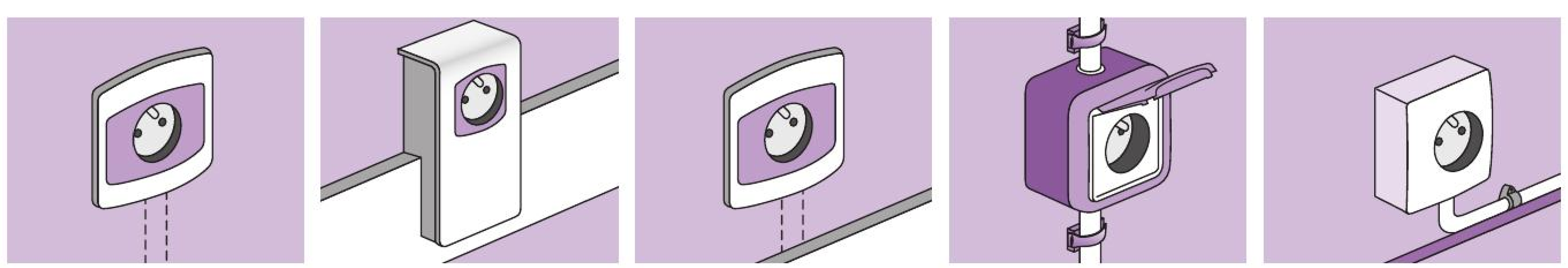
b Cheminements et croisements



c Voie carrossable ou trottoir

Distribution dans les murs

Plusieurs types de distribution des canalisations électriques dans les murs sont possibles, en fonction de l'esthétique recherchée, du budget ou de la durée des travaux envisagés.



Pose engravée (noyée)

L'engravement des canalisations est discret et esthétique. L'installation est invisible, seul l'appareillage est apparent. Les conducteurs sont placés dans des conduits cintrables noyés dans les parois. Ils circulent dans des saignées réalisées dans les murs, dans les vides des cloisons en plaques de plâtre ou dans les alvéoles des éléments de maçonnerie.

Pose sous profilés

La distribution sous profilés utilisée en rénovation est apparente. Les conducteurs électriques circulent dans des moulures, goulottes ou plinthes en saillie sur les murs. Elles sont fixées en plinthe ou au droit du plafond et reçoivent les appareillages.

Pose semi-engravée

La pose mixte ou semi-engravée utilise des profilés apparents en plinthe et au droit des plafonds pour faire circuler les circuits électriques depuis le tableau ou la gaine technique de logement (GTL).
Les appareillages sont encastrés et leur liaisons vers les profilés sont noyées.

Pose sous conduits apparents

Cette pose apparente est adaptée aux pièces humides (sous-sol, cave, espaces semi-abrités extérieurs, etc.). Les conduits rigides en tube IRL assurent la protection mécanique des conducteurs. Des coudes, manchons et tés de dérivation permettent les changements de direction.

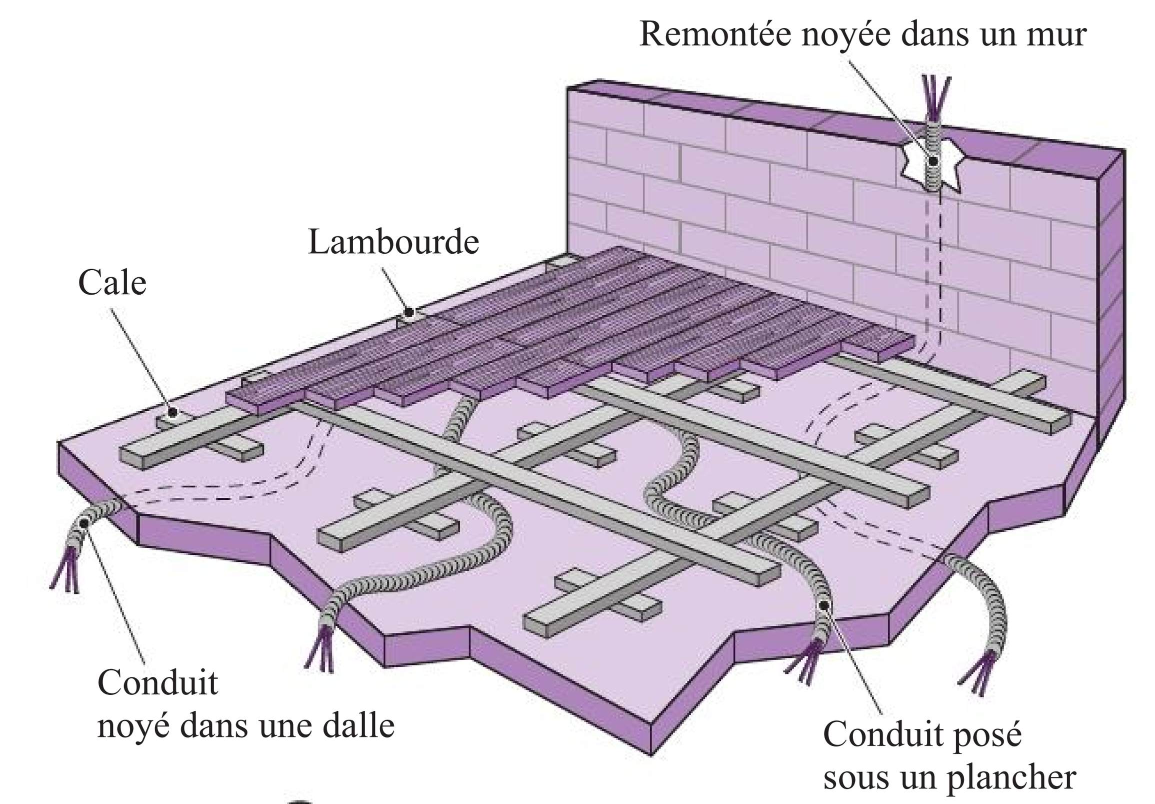
Pose avec câbles apparents

La pose apparente des câbles et de l'appareillage en saillie est réservée aux pièces secondaires ou à l'extension ponctuelle d'un circuit électrique peu visible (cellier, grenier, etc.). Les câbles sont simplement fixés au moyen de cavaliers en plastique à pointe en acier. Ils doivent être protégés par un morceau de conduite aux traversées des murs et des planchers.

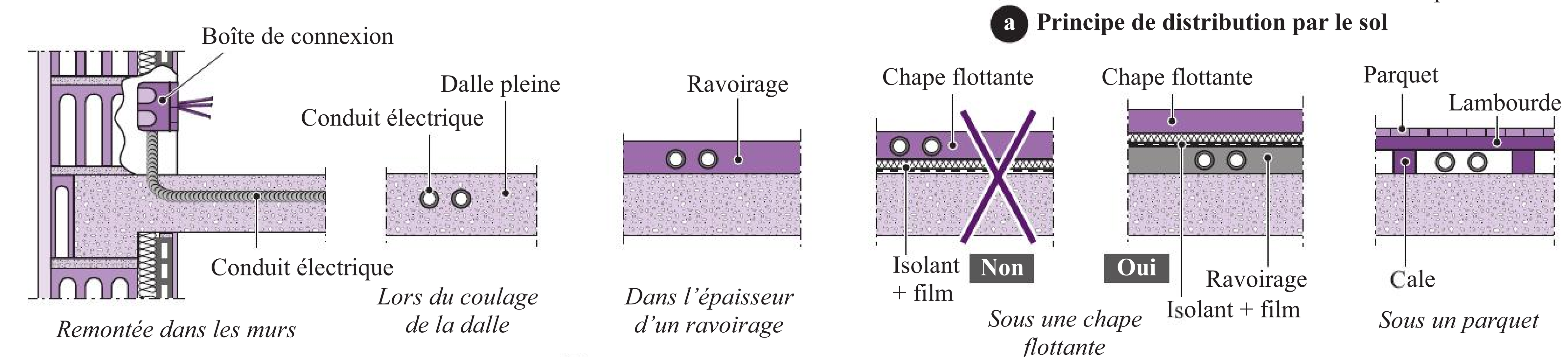
Distribution par le sol

La distribution par le sol permet la pose des conduits dès le début de la construction, au stade de la réalisation de la dalle en terre-plein ou du plancher d'étage (a). En rénovation, il est possible de faire circuler les conduits entre les lambourdes d'un parquet ou dans une chape (b). Le passage de conduits est interdit dans les chapes flottantes.
Les remontées verticales dépendent de la nature des murs.
Chaque canalisation doit aboutir dans une boîte de connexion ou un appareillage.

L'emploi de manchons, coudes ou tés de raccordement est interdit sur les conduits noyés dans le béton.
Les conduits doivent émerger du sol sur une hauteur minimale de 10 cm pour éviter les risques de pénétration de liquide (eaux de nettoyage, par exemple).
Ils doivent être éloignés des éléments de chauffage au sol et être protégés des contraintes mécaniques lors du chantier.



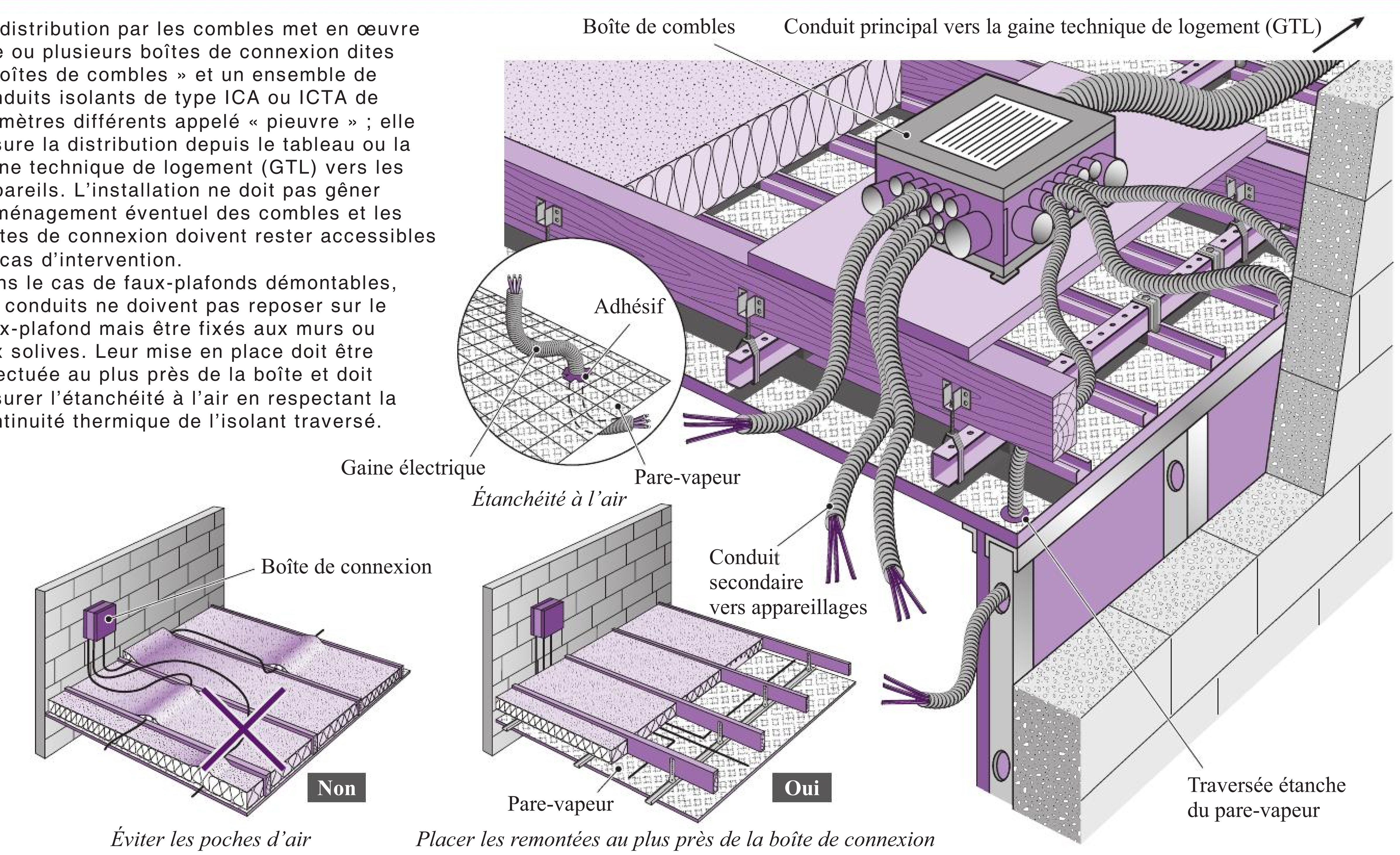
a Principe de distribution par le sol



b Mise en œuvre selon la nature du sol

Distribution par les combles

La distribution par les combles met en œuvre une ou plusieurs boîtes de connexion dites « boîtes de combles » et un ensemble de conduits isolants de type ICA ou ICTA de diamètres différents appelé « pieuvre » ; elle assure la distribution depuis le tableau ou la gaine technique de logement (GTL) vers les appareils. L'installation ne doit pas gêner l'aménagement éventuel des combles et les boîtes de connexion doivent rester accessibles en cas d'intervention.
Dans le cas de faux-plafonds démontables, les conduits ne doivent pas reposer sur le faux-plafond mais être fixés aux murs ou aux solives. Leur mise en place doit être effectuée au plus près de la boîte et doit assurer l'étanchéité à l'air en respectant la continuité thermique de l'isolant traversé.



Prise en compte de l'isolation thermique — **Mise en œuvre d'une boîte de combles**

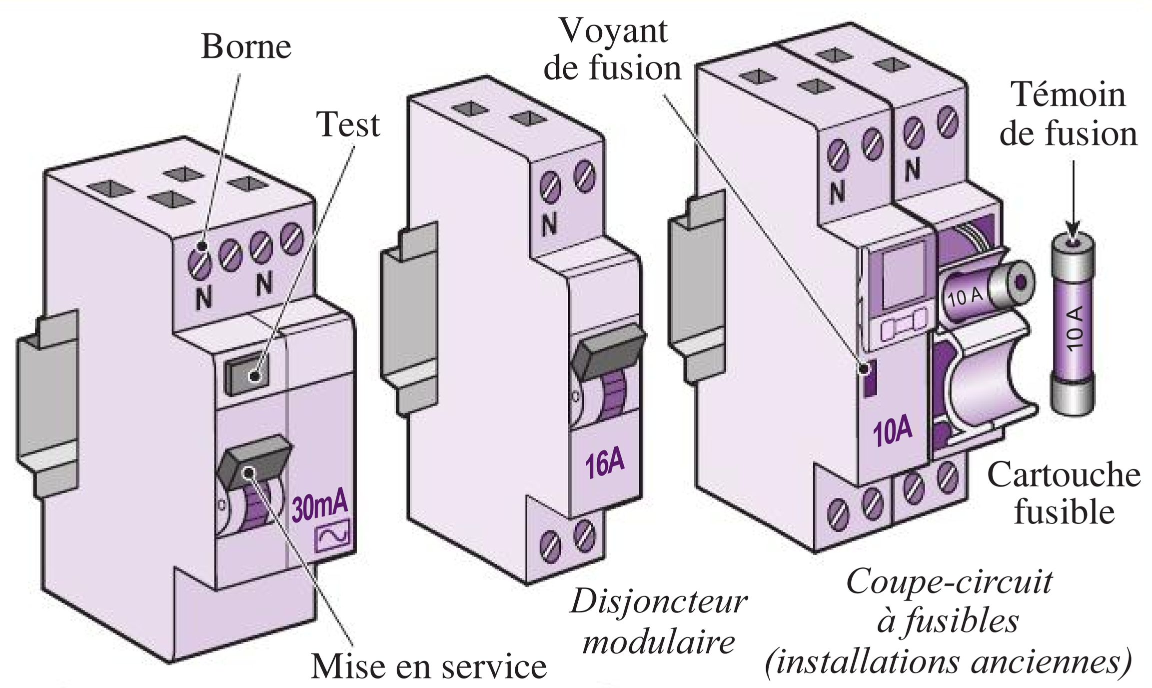
Installations électriques

Comment ça marche

L'installation électrique à l'intérieur d'un bâtiment doit permettre l'alimentation d'appareils, de prises de courant ainsi que le branchement et la commande de sources lumineuses. Le panneau de contrôle, de commande et de protection, situé dans le coffret électrique, est à l'origine de l'installation. Les connexions et les raccordements sont réalisés dans des boîtes spécifiques au moyen de dispositifs de connexion à vis ou automatiques.

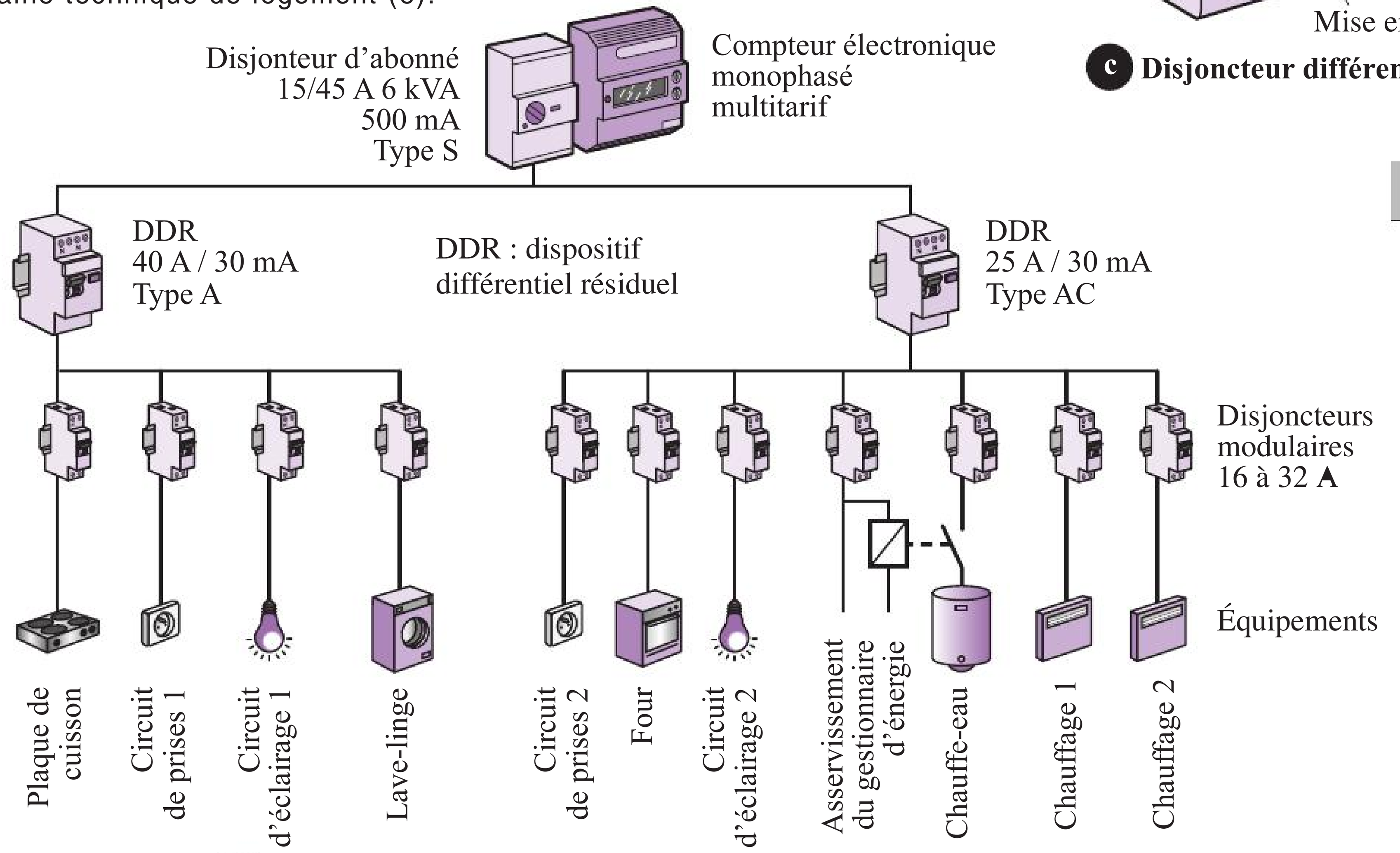
Distribution, contrôle et protection

Chaque circuit doit être protégé contre les surintensités par un disjoncteur divisionnaire ou un coupe-circuit à fusibles (a). La distribution dans les pièces des circuits de puissance (prises de courant, chauffage) et des circuits d'éclairage (b) peut être apparente (conduits, goulottes, etc.) ou encastrée. Le panneau de contrôle, de commande et de protection est situé dans la gaine technique de logement (GTL), elle-même placée dans l'espace technique électrique de logement (ETEL). Il regroupe l'ensemble de l'appareillage qui assure la sécurité des personnes et des biens. Il comporte le disjoncteur de branchement, les disconnecteurs différentiels (c) installés entre le disjoncteur de branchement et les dispositifs de protection des circuits ainsi que les coupe-circuits à fusibles (amenés à disparaître) ou les disjoncteurs modulaires (d), regroupés sur le tableau de répartition. D'autres éléments de communication, régulation, domotique ou de courants faibles sont regroupés dans la gaine technique de logement (e).

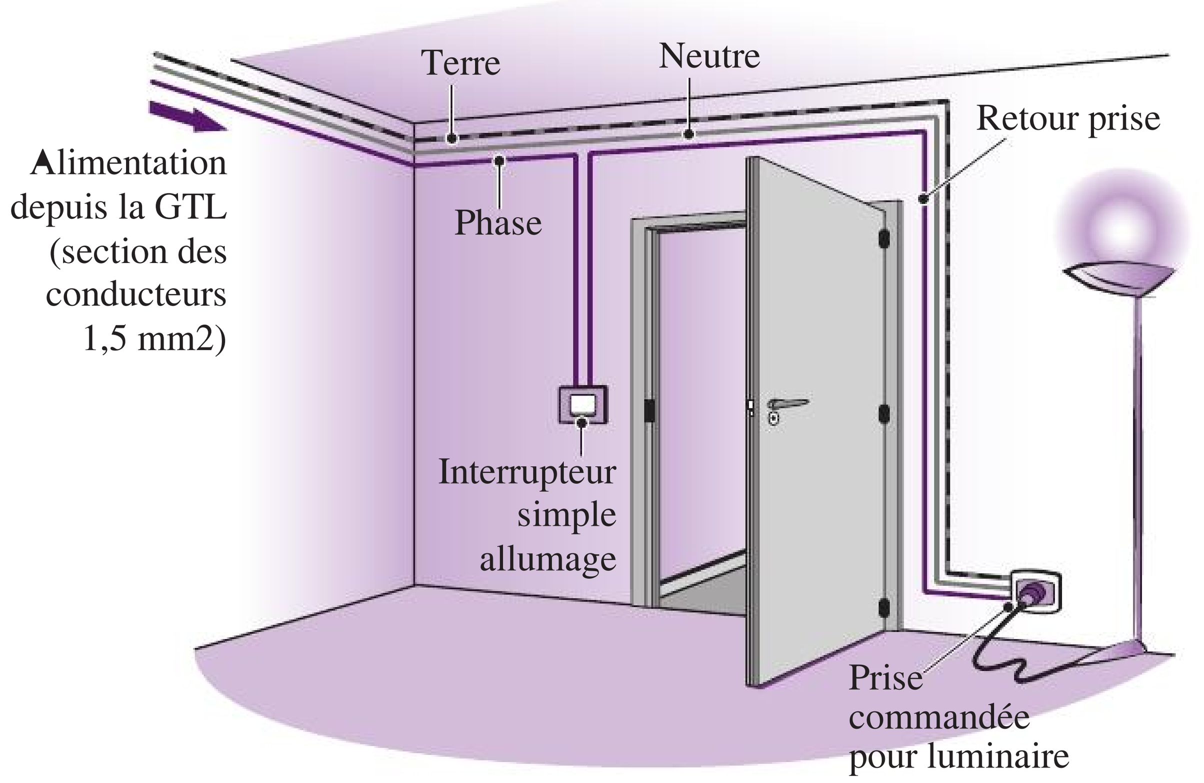


c **Disjoncteur différentiel**

d **Disjoncteur modulaire et coupe-circuit fusible**



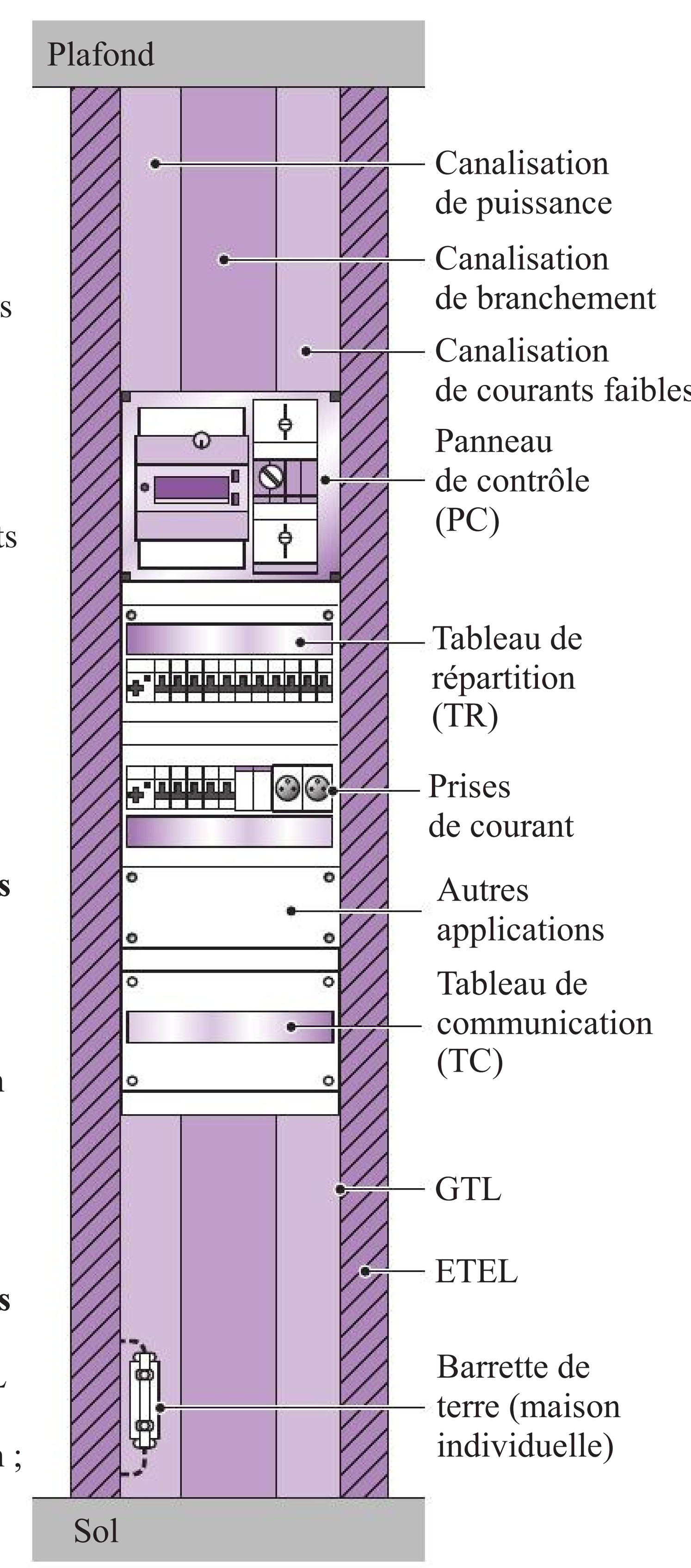
a **Exemple de répartition dans un studio ou F1 inférieur à 35 m²**



b **Circuit de prise commandée par un interrupteur**

Dimensions minimales de la GTL :
- largeur = 600 mm (450 mm pour les logements ≤ 35 m²) ;
- profondeur = 200 mm (150 mm pour les logements ≤ 35 m²) ;
- hauteur = du sol au plafond.

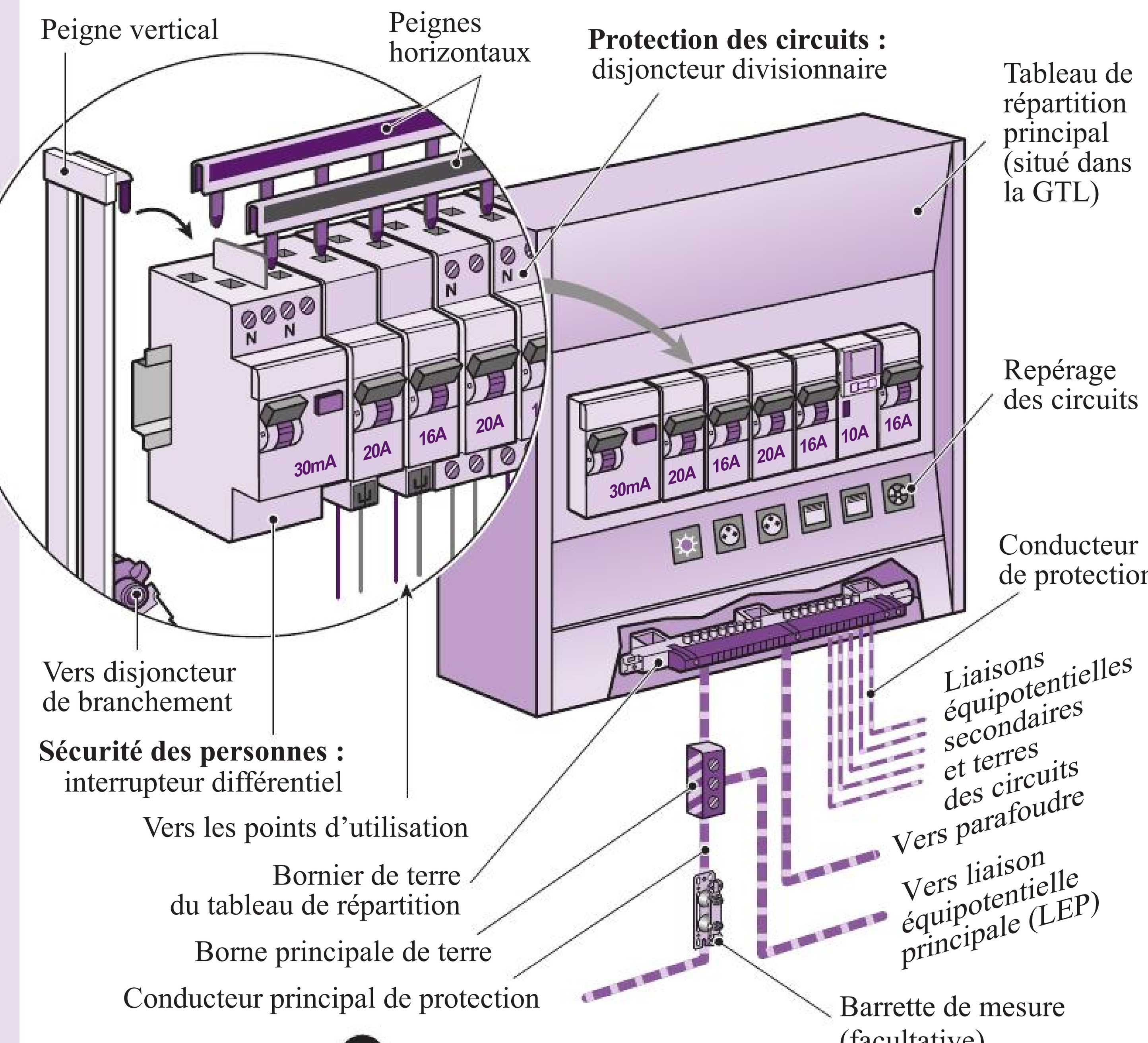
Dimensions minimales de l'ETEL :
- largeur = largeur GTL + 100 mm ;
- profondeur = 250 mm ;
- hauteur = du sol au plafond.



e **Gaine technique de logement (GTL)**

Tableau de répartition

Le tableau de répartition principal (a), qui rassemble l'appareillage de protection, est situé dans la GTL, entre le disjoncteur de branchement et les circuits d'alimentation. Des tableaux de répartition divisionnaires, alimentés par des conducteurs de forte section, permettent de déporter la distribution au plus près des points d'utilisation dans le cas d'installations importantes (b).



a **Tableau de répartition principal**

Surface	Nombre minimal d'interrupteurs différentiels 30 mA
≤ 35 m²	1 × 25 A type AC + 1 × 40 A type A(1)
35 m² < surface ≤ 100 m²	2 × 40 A type AC(2) + 1 × 40 A type A(1)
Surface > 100 m²	3 × 40 A type AC(2) + 1 × 40 A type A(1)

(1) L'interrupteur différentiel de type A doit protéger le circuit spécialisé de la plaque de cuisson ou de la cuisinière et celui du lave-linge. Il peut éventuellement protéger deux circuits non spécialisés supplémentaires (éclairage ou prises de courant) si son calibre (courant assigné) est de 63 A.

(2) Si la puissance cumulée des circuits de chauffage et du chauffe-eau électrique est supérieure à 8 kVA et s'ils sont placés en aval d'un même interrupteur différentiel de type AC, son calibre doit être de 63 A.

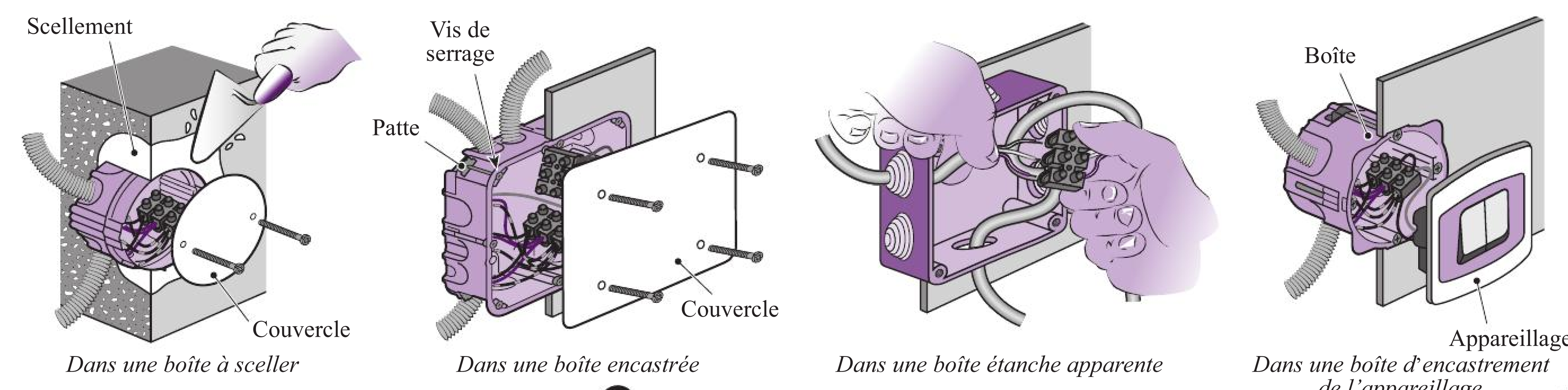
Choix des interrupteurs différentiels
(installations monophasées 18 kVA maxi)

Interdit	Déconseillé
- Salles d'eau (volumes 0, 1, 2 et 3) - Placard, penderie - Au-dessus ou au-dessous d'un point d'eau (évier, lavabo, poste d'eau) - Au-dessus d'un appareil de cuisson - Au-dessus d'un appareil de chauffage - À l'extérieur	- Salles d'eau (autres volumes) - Escalier - WC

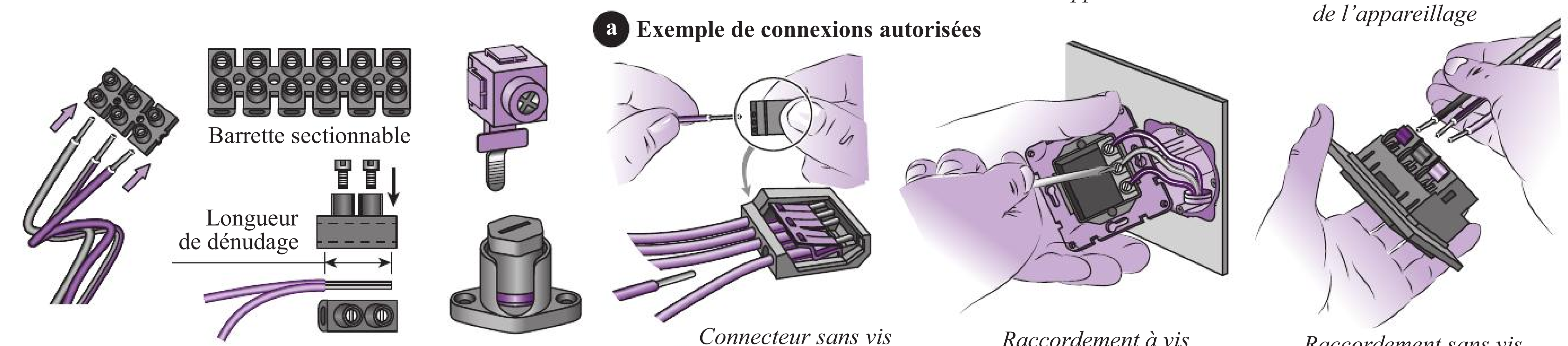
b **Emplacement des tableaux divisionnaires**

Connexions et raccordements

Les connexions sont réalisées dans des boîtes spécifiques, mais également dans les boîtes d'encastrement des appareillages ou dans les profilés lorsque leurs dimensions le permettent (a). Elles doivent rester accessibles et sont interdites dans les conduits, les traversées de murs, les plafonds, les planchers et dans les vides de construction. Les dispositifs de connexion utilisés sont des barrettes de connexion à vis (dominos), des connecteurs automatiques sans vis ou des bornes (b). En l'absence d'espace suffisant dans la boîte d'encastrement de l'appareillage, les connexions peuvent être assurées par repiquage sur les bornes de l'appareillage.



a **Exemple de connexions autorisées**



b **Dispositifs de connexion**

Comment ça marche

Éclairage

L'éclairage permet de remplacer ou compléter la lumière naturelle. Il est indispensable au confort des usagers. La quantité et le type de lumière nécessaire dans les pièces dépendent de l'activité exercée et de l'effet lumineux recherché. L'éclairage peut être général ou en un point et contribuer à une ambiance ou mettre en valeur une surface ou un objet. Une étude d'éclairage doit prendre en compte l'éblouissement, les ombres portées et la couleur des parois qui peut faire varier le facteur de réflexion.

Modes d'éclairage

Quatre types d'éclairage sont distingués :
- l'éclairage direct (a) où le flux lumineux est dirigé directement sur un objet ou une zone précise à éclairer (objet d'art, tableau, etc.) ;
- l'éclairage indirect (b) où le flux lumineux est dirigé vers une surface (mur par exemple) qui réfléchit la lumière en créant une ambiance ;
- l'éclairage diffus (c) où l'éclairage est nuancé par un diffuseur (verre dépoli) et permet d'éclairer toute la pièce sans éblouir ;
- l'éclairage mixte (d), à la fois direct et indirect (lustres, lampes à poser, lampadaires ouverts sur le dessus, etc.).



a Éclairage direct



b Éclairage indirect



c Éclairage diffus



d Éclairage mixte

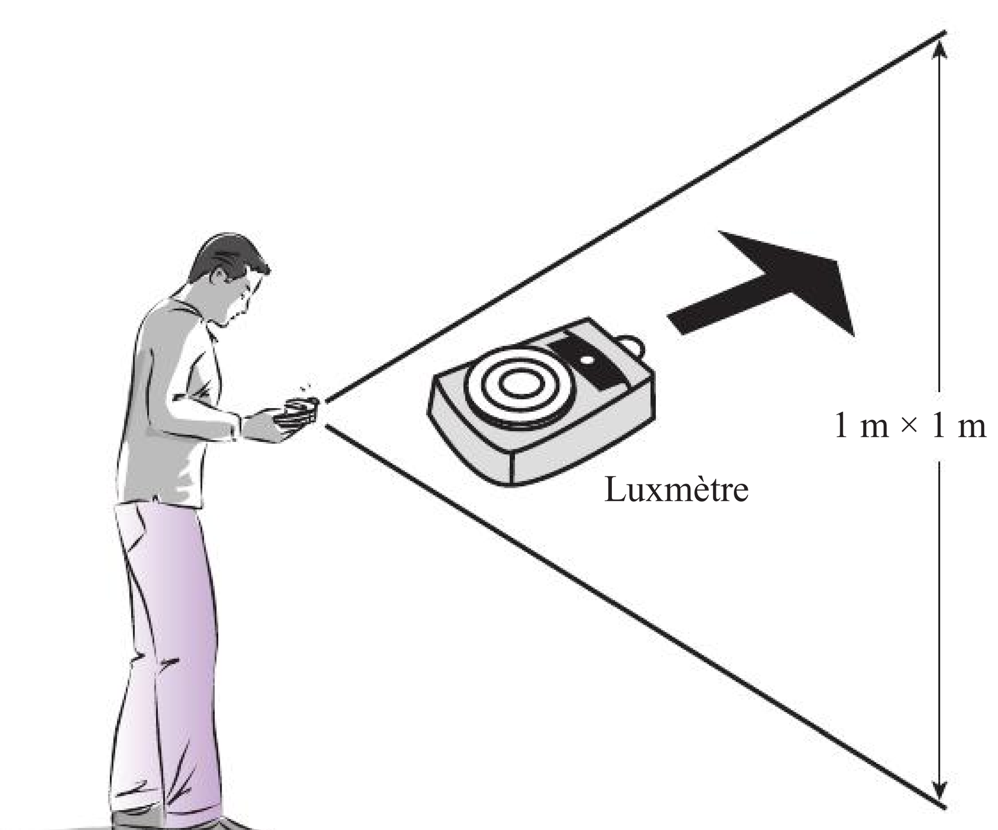
D'après Qualitel × 4

Définitions et unités

La puissance des sources lumineuses s'exprime en watts (lampe de 100 W). Le flux lumineux représente la quantité de lumière émise par une source en une seconde ; il s'exprime en lumens (une lampe à incandescence de 100 W émet un flux lumineux d'environ 1 400 lm).
L'efficacité lumineuse est obtenue en divisant le flux lumineux par la puissance électrique consommée ; elle est exprimée en lumens par watt :

$$\frac{1\,400 \text{ lm}}{100 \text{ W}} = 14 \text{ lm/W}$$

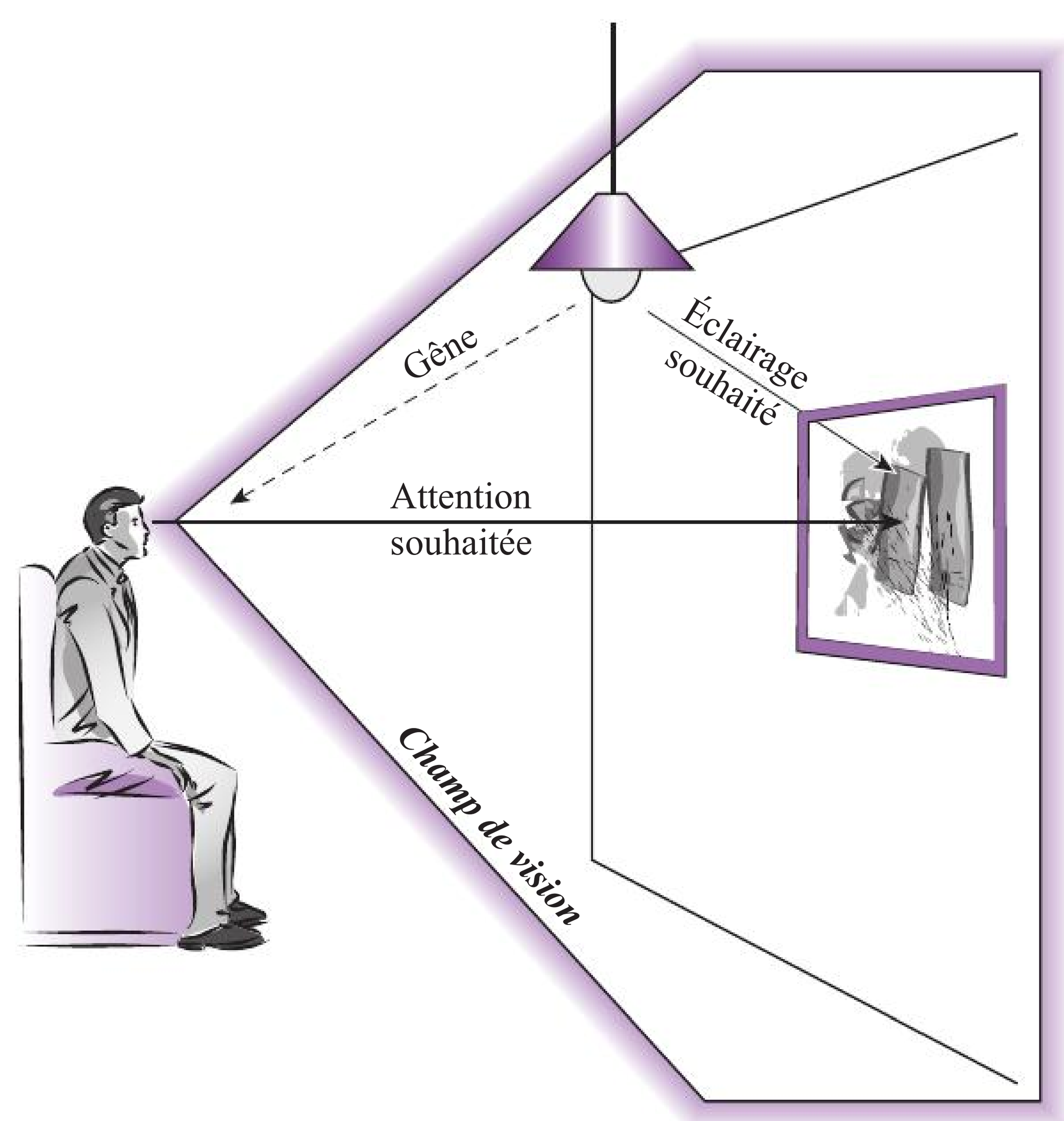
Le niveau d'éclairement correspond au flux lumineux reçu sur une surface de 1 m^2 et est exprimé en lux. Il est mesuré à l'aide d'un luxmètre.



Mesure du niveau d'éclairement

Règles de confort

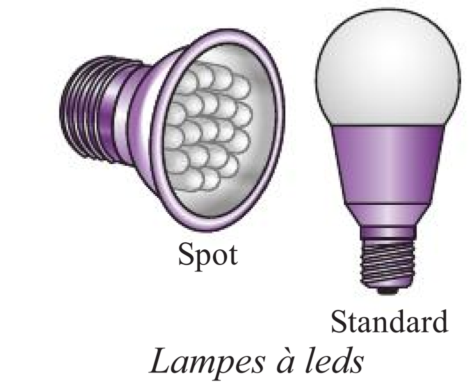
Pour éviter la fatigue visuelle, il est nécessaire d'assurer un niveau d'éclairement suffisant et d'éviter les gênes visuelles générées par les ombres portées et l'éblouissement. Il faut également tenir compte de la couleur des parois (murs et plafonds) et de leur facteur de réflexion pour l'implantation des points lumineux.

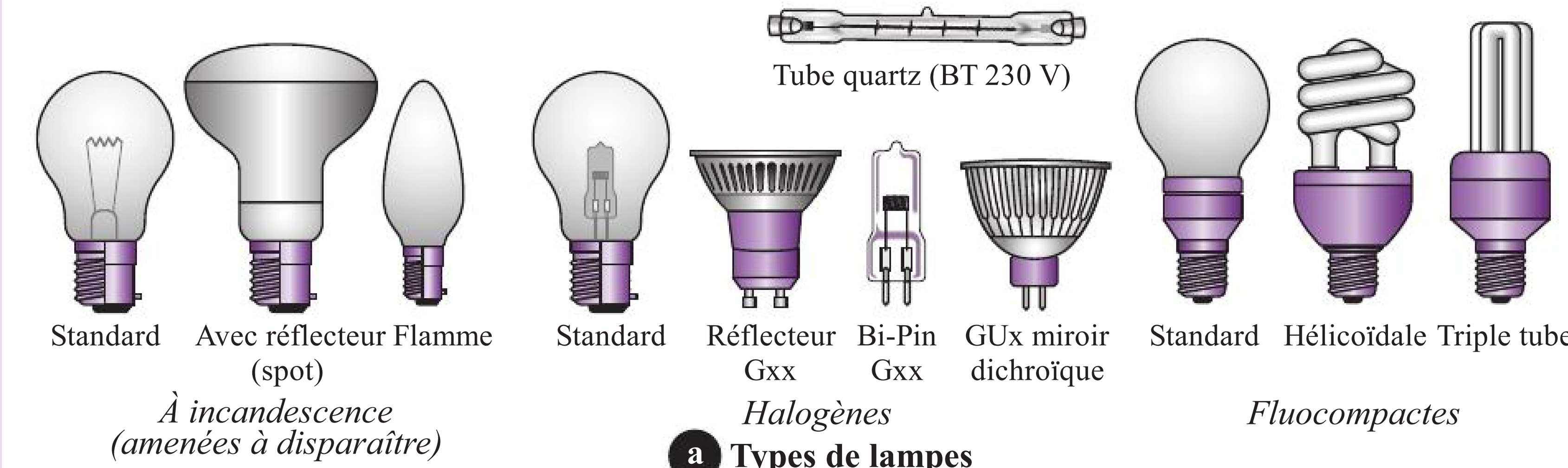


Notion de gêne visuelle

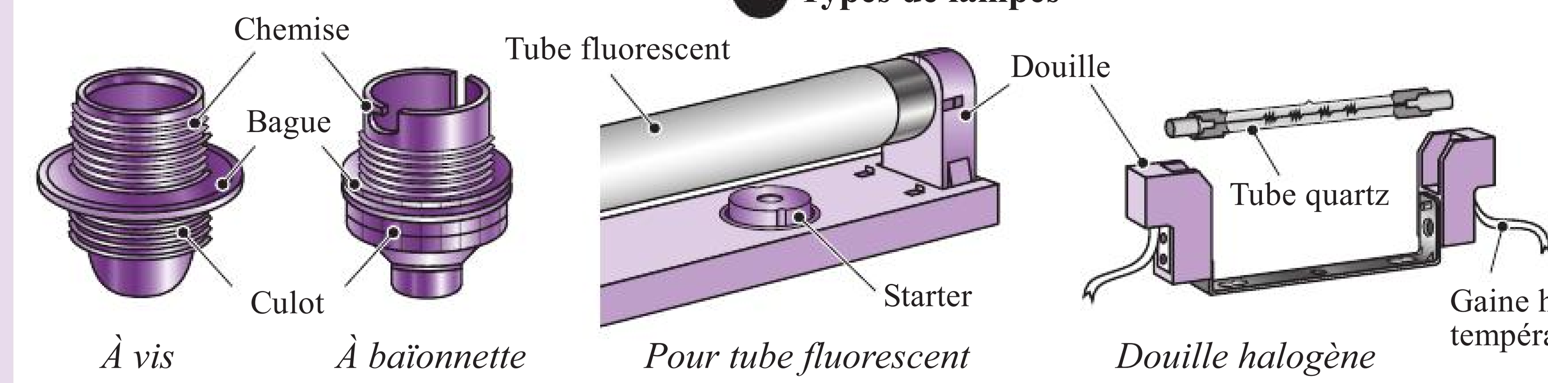
Typologie des lampes

On distingue 3 types de lampes : les lampes halogènes, les lampes et tubes fluorescents et les lampes à leds, plus économiques et d'une durée d'utilisation supérieure aux lampes à incandescence, amenées à disparaître (a). Divers systèmes à douilles permettent le raccordement des lampes aux luminaires (b). Des boîtes spéciales DCL (dispositif pour connexion de luminaires) permettent le raccordement des luminaires sans aucun outillage (c) ; elles sont obligatoires en applique et en plafond.

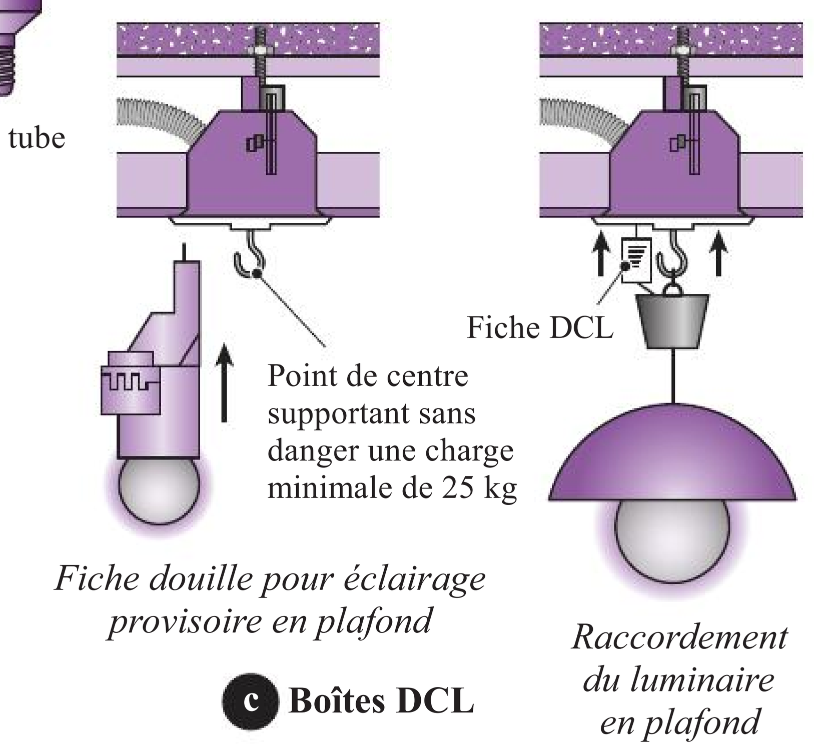




a Types de lampes



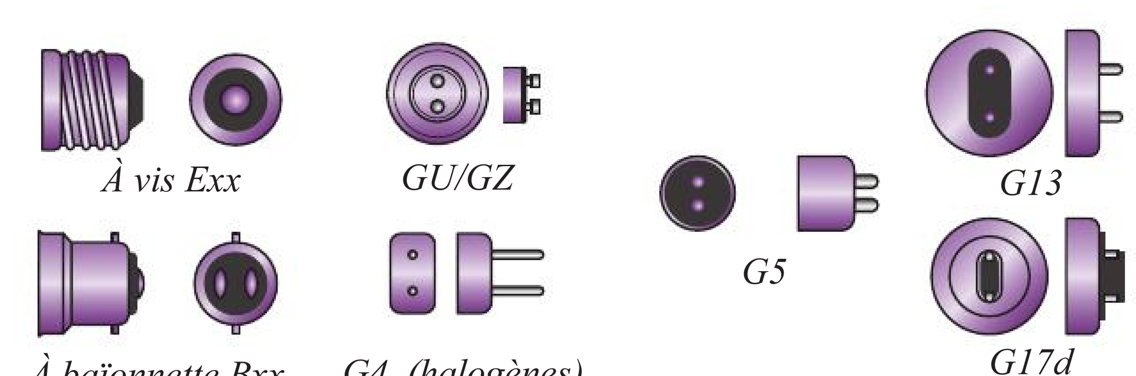
b Douilles de raccordement



c Boîtes DCL

Culots

Le culot des lampes joue un rôle important dans leur classification. Les plus courants sont les culots à vis, à baïonnette, à contacts encastrés, cylindriques ou à broches.

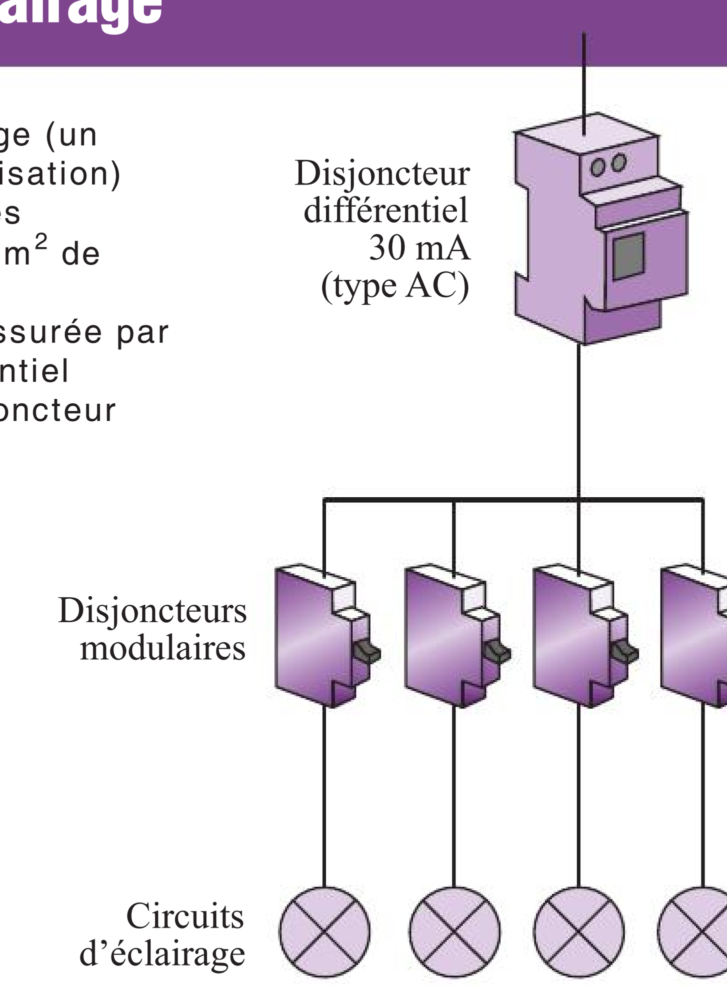


Culots et brochages pour lampes

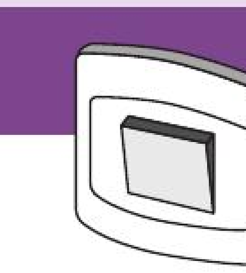
Culots et brochages pour tubes fluorescents

Circuits d'éclairage

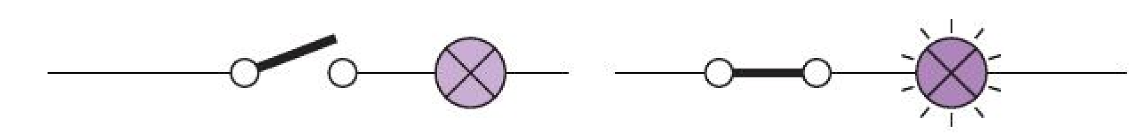
Les circuits d'éclairage (un pour huit points d'utilisation) sont alimentés par des conducteurs de 1,5 mm^2 de section.
Leur protection est assurée par un disjoncteur différentiel 30 mA suivi d'un disjoncteur divisionnaire 16 A.



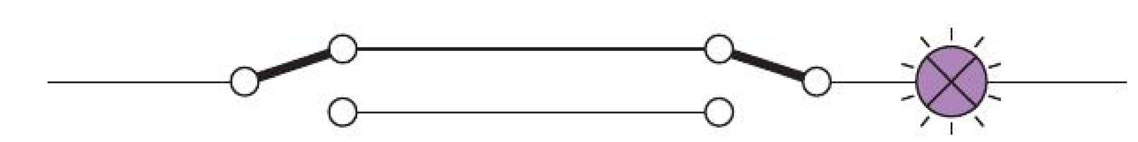
Interrupteurs et commutateurs



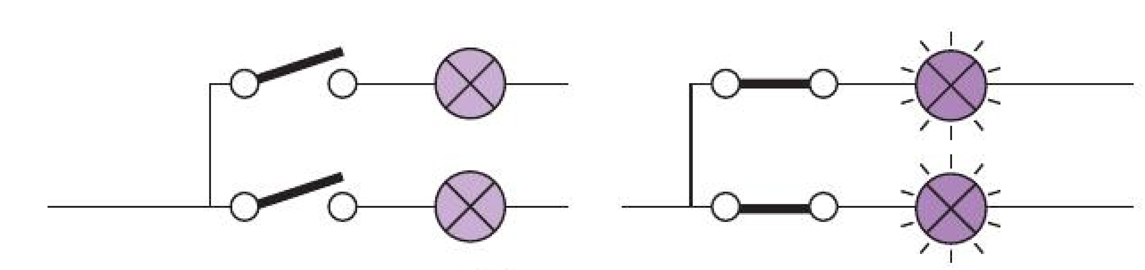
Les interrupteurs et les commutateurs commandent la mise en service ou l'arrêt d'un appareil ou d'un point lumineux. Les divers types assurant des fonctions de commande différentes sont :
- l'interrupteur (a), avec ou sans voyant indicateur d'état, destiné à une commande de simple allumage ;
- le va-et-vient (b), qui permet la commande à partir de deux points différents ;
- le double allumage (c), qui permet de commander deux points lumineux à partir du même commutateur ;
- le télérupteur (d), qui permet un nombre de points de commande illimité ; il met en œuvre une commande par impulsions à l'aide d'un bouton-poussoir.



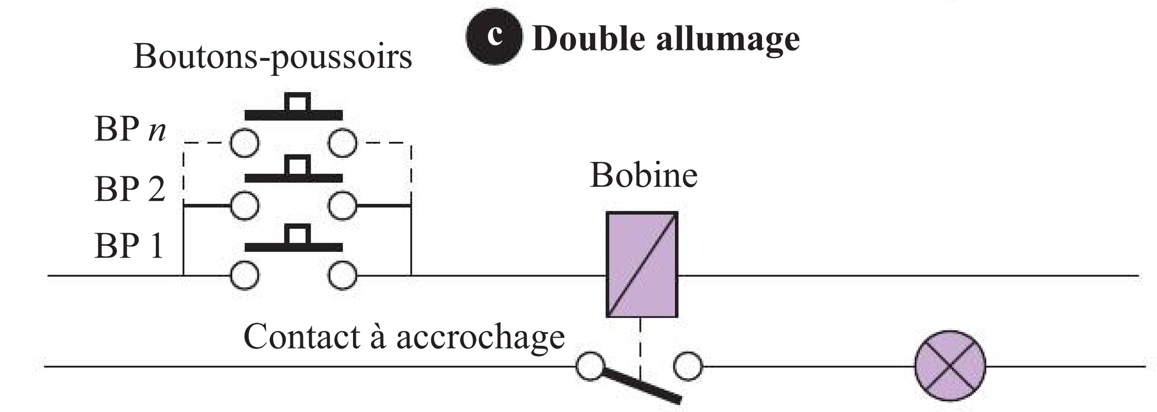
a Interrupteur



b Va-et-vient



c Double allumage



d Télérupteur

Accessibilité des équipements électriques

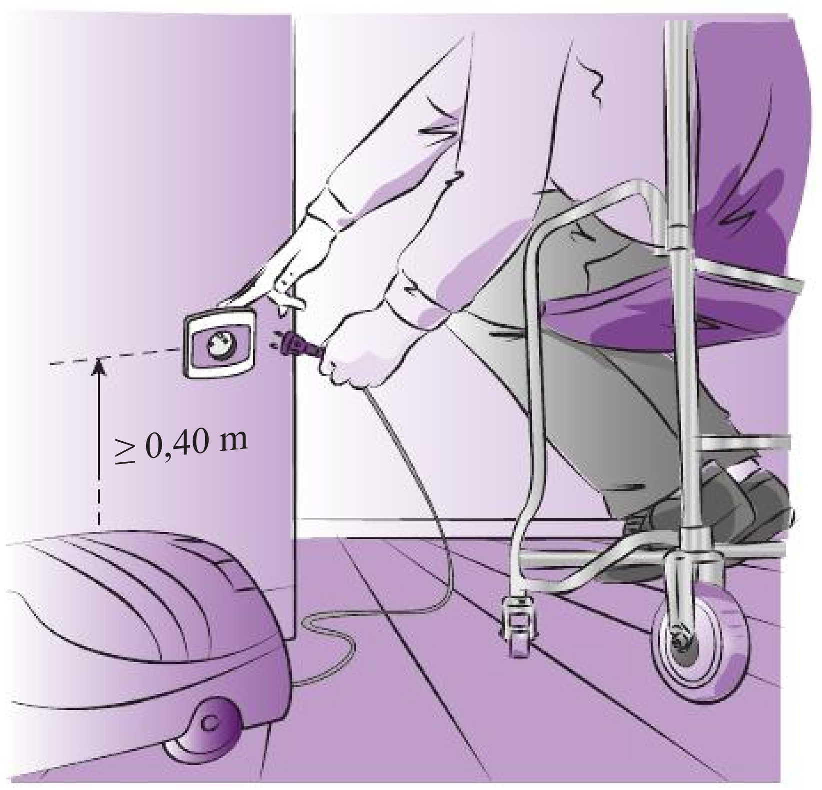
Comment ça marche

Dans les logements adaptés, les éléments de coupure d'urgence, les appareillages et les socles de prises de courant et de communication de la gaine technique de logement doivent être accessibles dans leur approche frontale et latérale. La position et le type d'organes de commande ainsi que la position et le niveau d'éclairement des points lumineux doivent tenir compte des difficultés des personnes en situation de handicap.

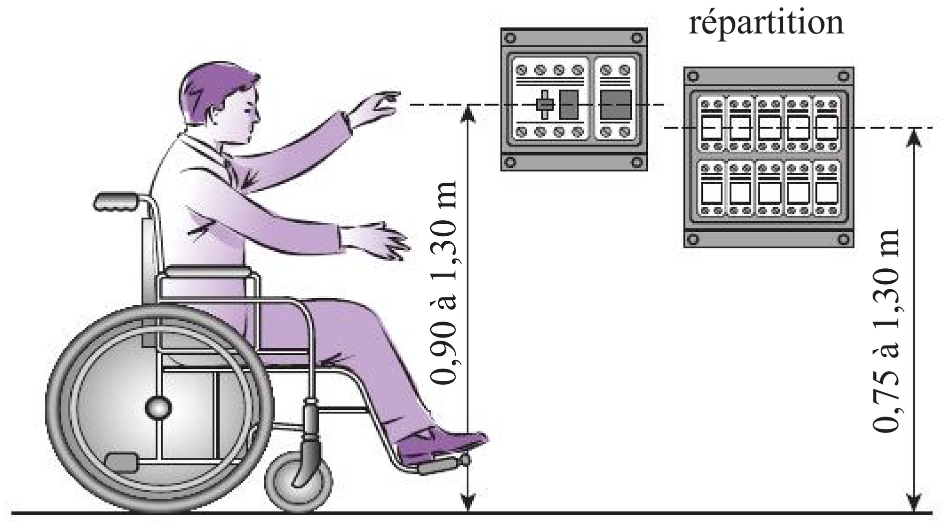
Approches frontale et latérale

La prise en compte de l'accessibilité dans une installation électrique concerne :
- les prises d'alimentation électrique (a) ;
- les dispositifs de protection : coupure d'urgence, disjoncteur abonné, tableau, etc. (b) ;
- les dispositifs manuels de commande et les prises de communication (c).

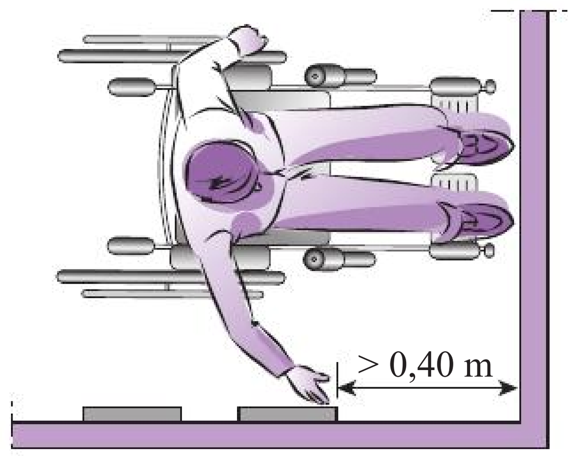
La hauteur d'implantation se mesure sur l'axe des dispositifs d'alimentation ou de commande.



a Prises électriques



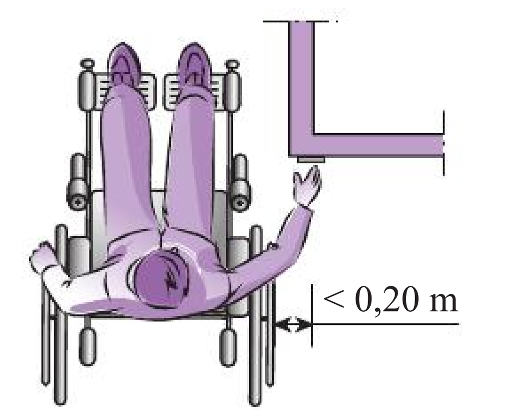
Approche frontale des dispositifs de protection (coupure d'urgence, tableau de répartition)



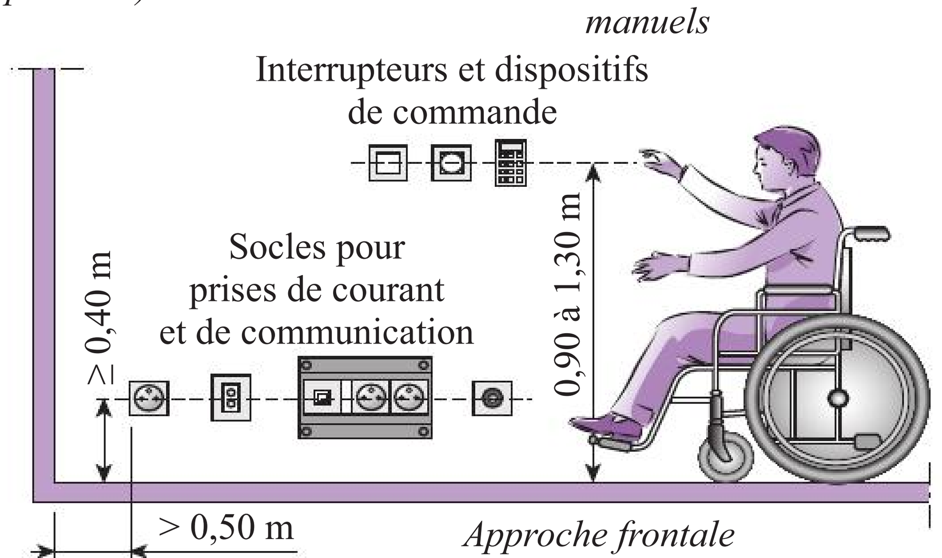
Approche latérale des dispositifs de protection

b Dispositifs de protection

Le dispositif de coupure d'urgence doit être implanté à une hauteur comprise entre 0,90 et 1,30 m, les autres dispositifs pouvant être situés entre 0,75 et 1,30 m.



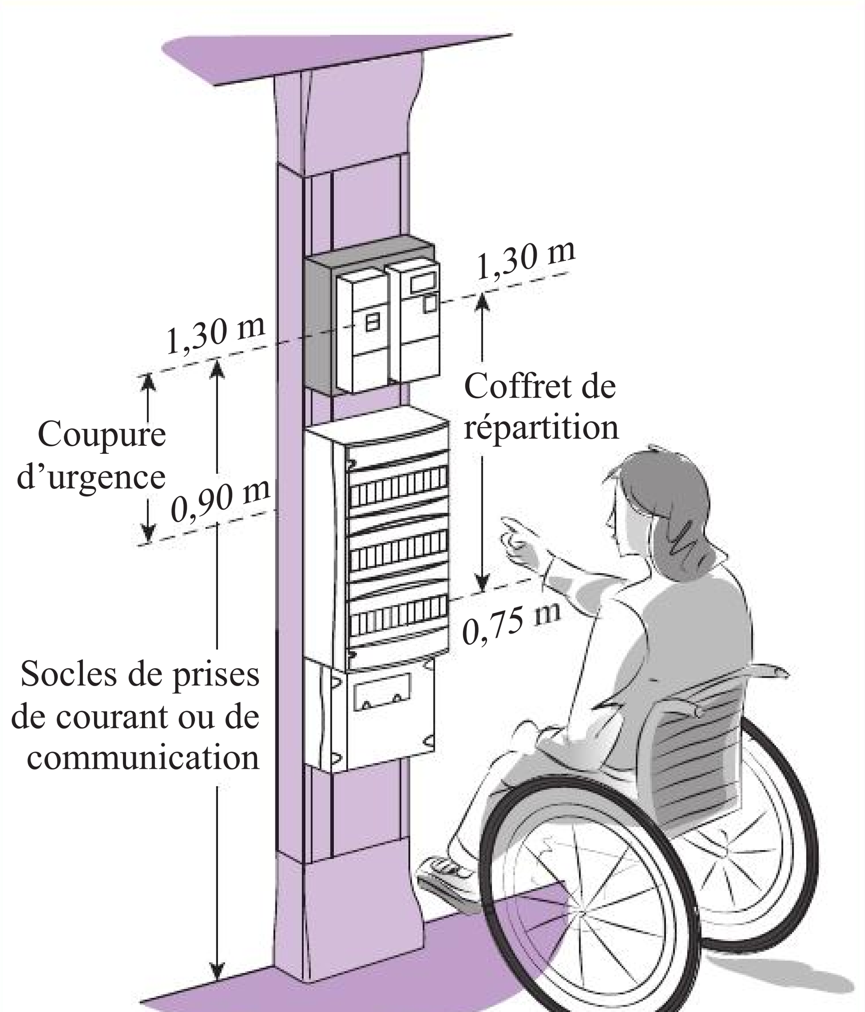
Approche latérale des dispositifs de commande manuels



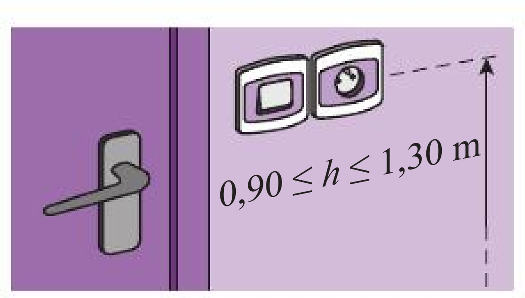
Approche frontale des dispositifs de commande manuels

c Dispositifs de commande manuels

Gaine technique de logement



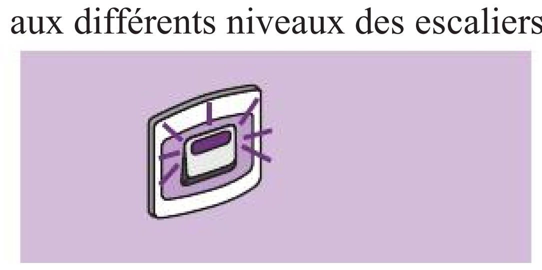
Organes de commande



Un socle de prise de courant supplémentaire dans chaque pièce à proximité immédiate du dispositif de commande d'éclairage

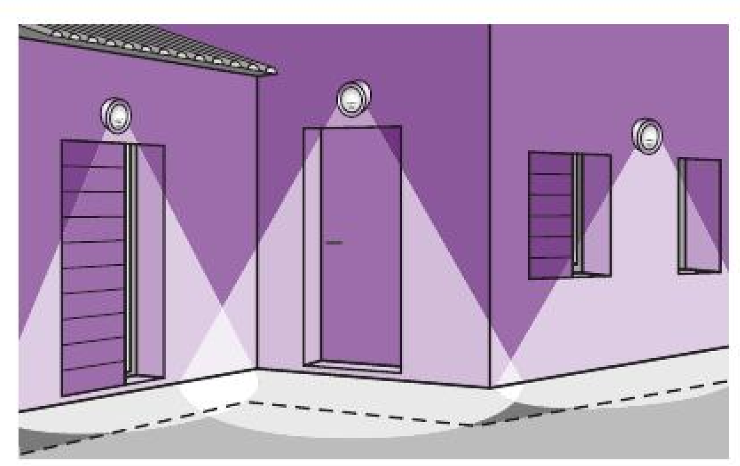


Dispositifs d'éclairage commandés aux différents niveaux des escaliers



Commande repérée par un voyant sur les cheminements extérieurs

Éclairage



Niveau d'éclairement de 20 lux en tout point d'un cheminement



Suppression de toute zone d'ombre par un dispositif d'éclairage adapté

Logements accessibles

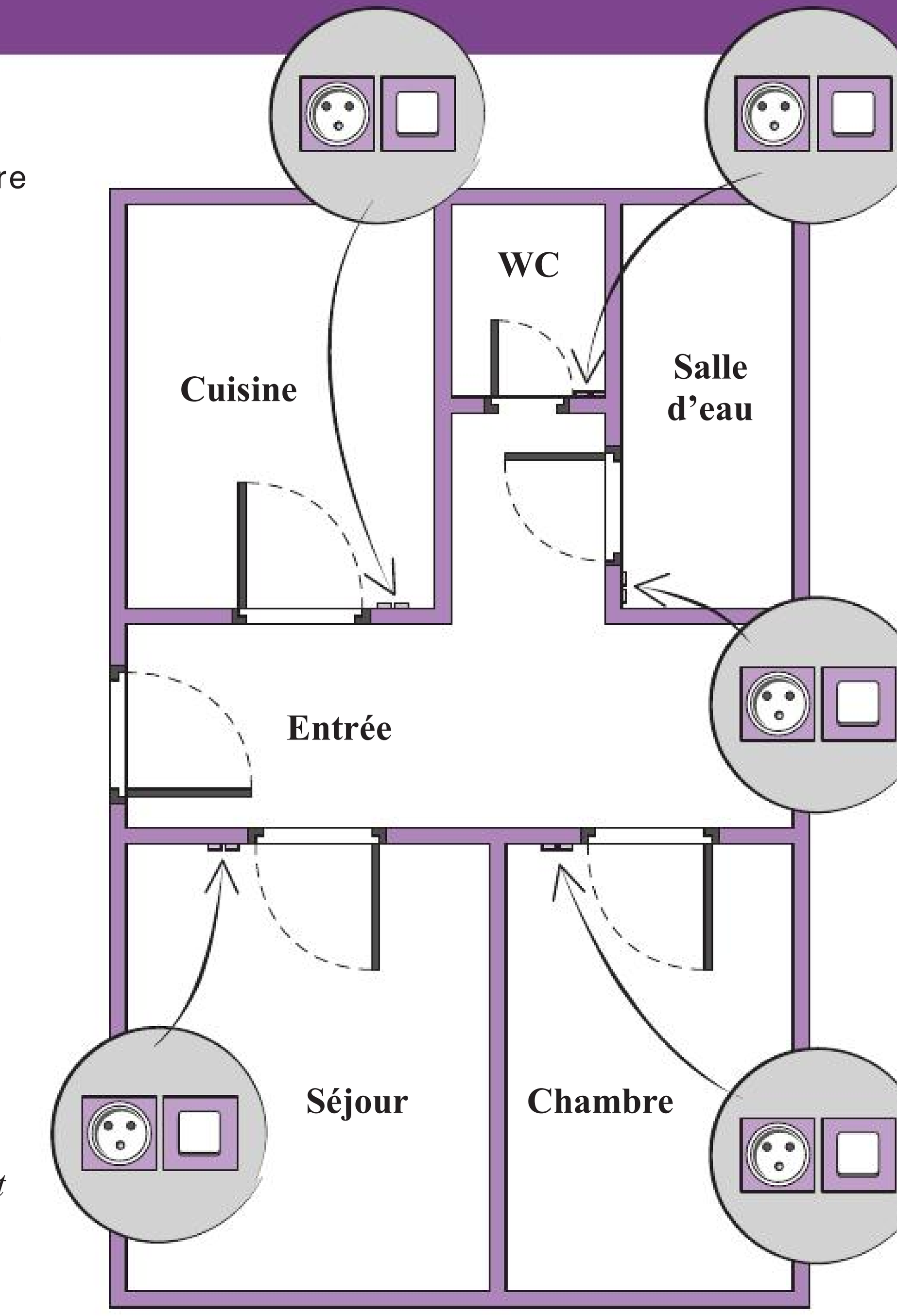
Dans les établissements d'hébergement comportant des chambres ou logements adaptés, la hauteur libre située sous les éléments empiétant sur le cheminement doit être supérieure à 2,20 m (a). Une prise de courant et une prise de téléphone doivent être installées à proximité immédiate de la tête de lit dans les chambres à coucher (b). Une prise de courant doit être installée à l'entrée de chaque pièce de l'unité de vie, à proximité de la commande d'éclairage (c). Dans la salle d'eau, le socle de la prise de courant doit être placé obligatoirement dans la pièce, dans le volume 3 ou hors volume, même si la commande d'éclairage est placée à l'extérieur du local.



a Éléments empiétant sur le cheminement



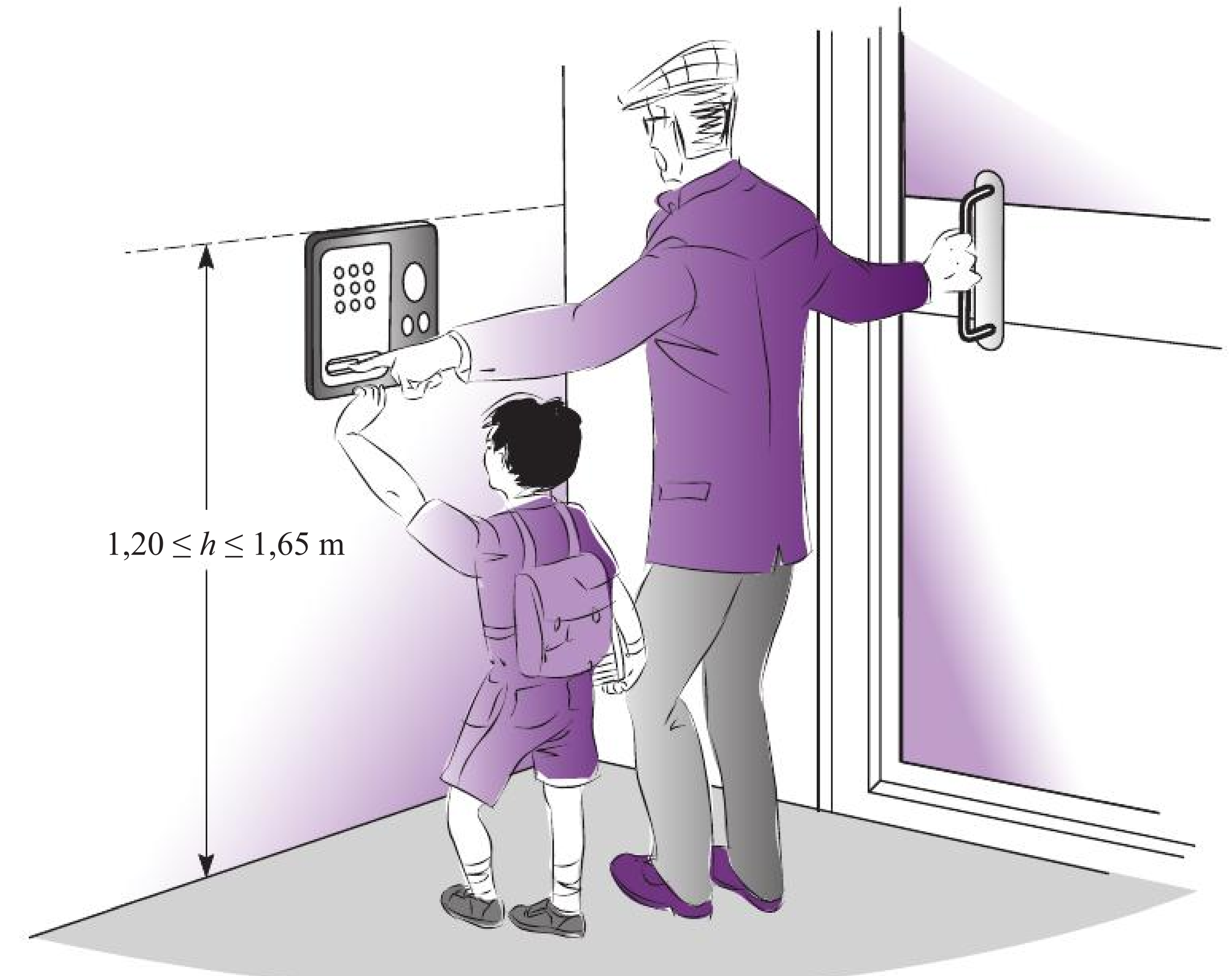
b Prises en tête de lit



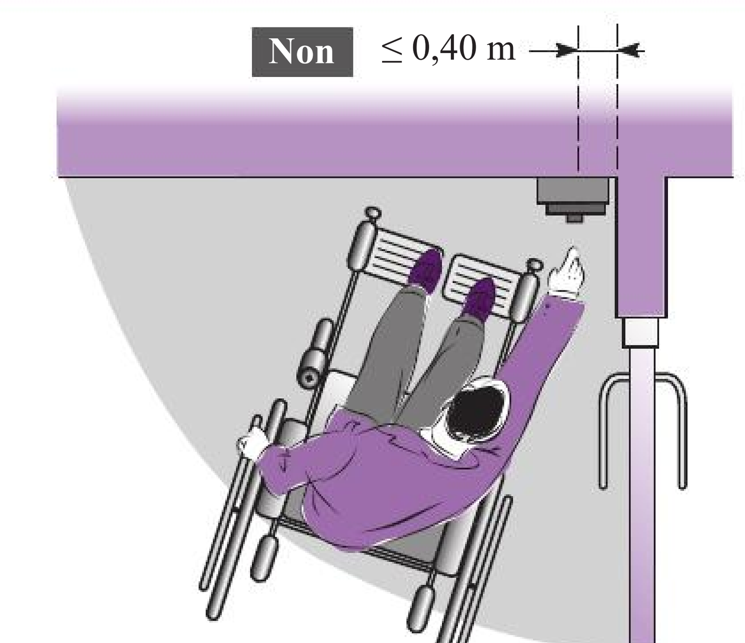
c Exemple de prises dans une unité de vie accessible

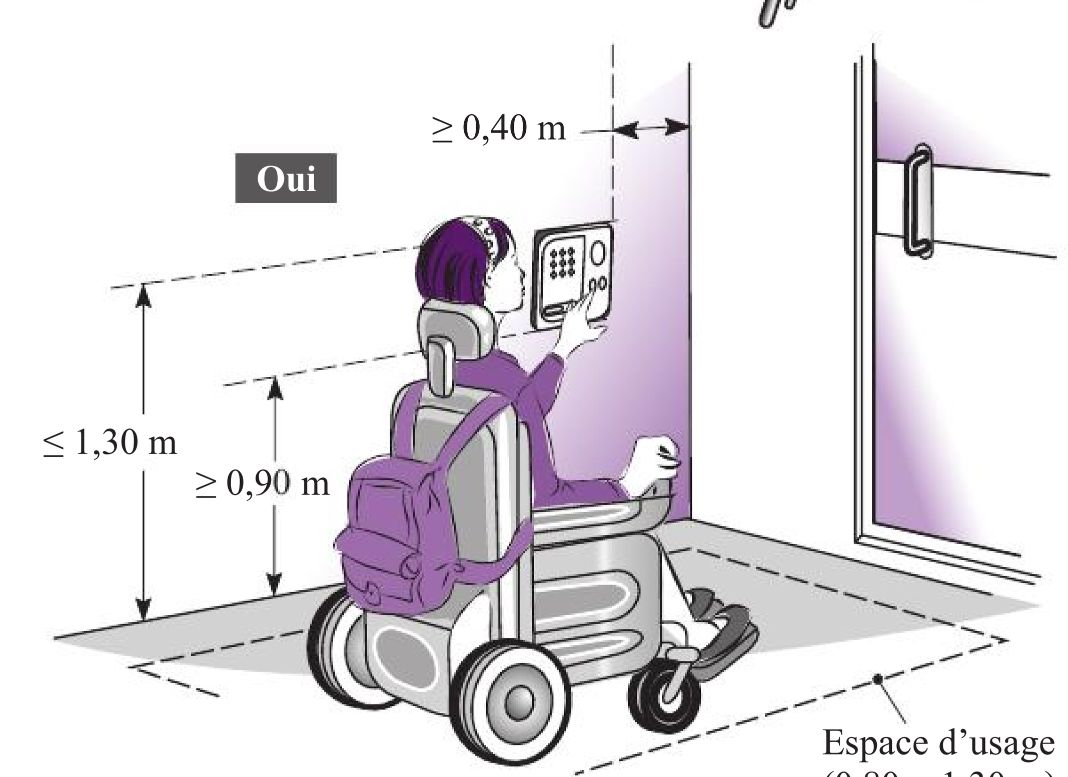
Implantation et accessibilité des dispositifs d'appel

La platine et le combiné des dispositifs d'appel doivent être accessibles aux personnes adultes et aux enfants de 8-12 ans. La hauteur standard conseillée convenant à la plupart des personnes se situe entre 1,20 et 1,65 m (a). Pour les personnes à mobilité réduite, un espace d'usage de 0,80 × 1,30 m est nécessaire au droit des équipements qui doivent être situés à une hauteur entre 0,90 et 1,30 m et à plus de 0,40 m de tout obstacle empêchant l'approche d'un fauteuil roulant (b).



a Implantation standard





b Implantation adaptée

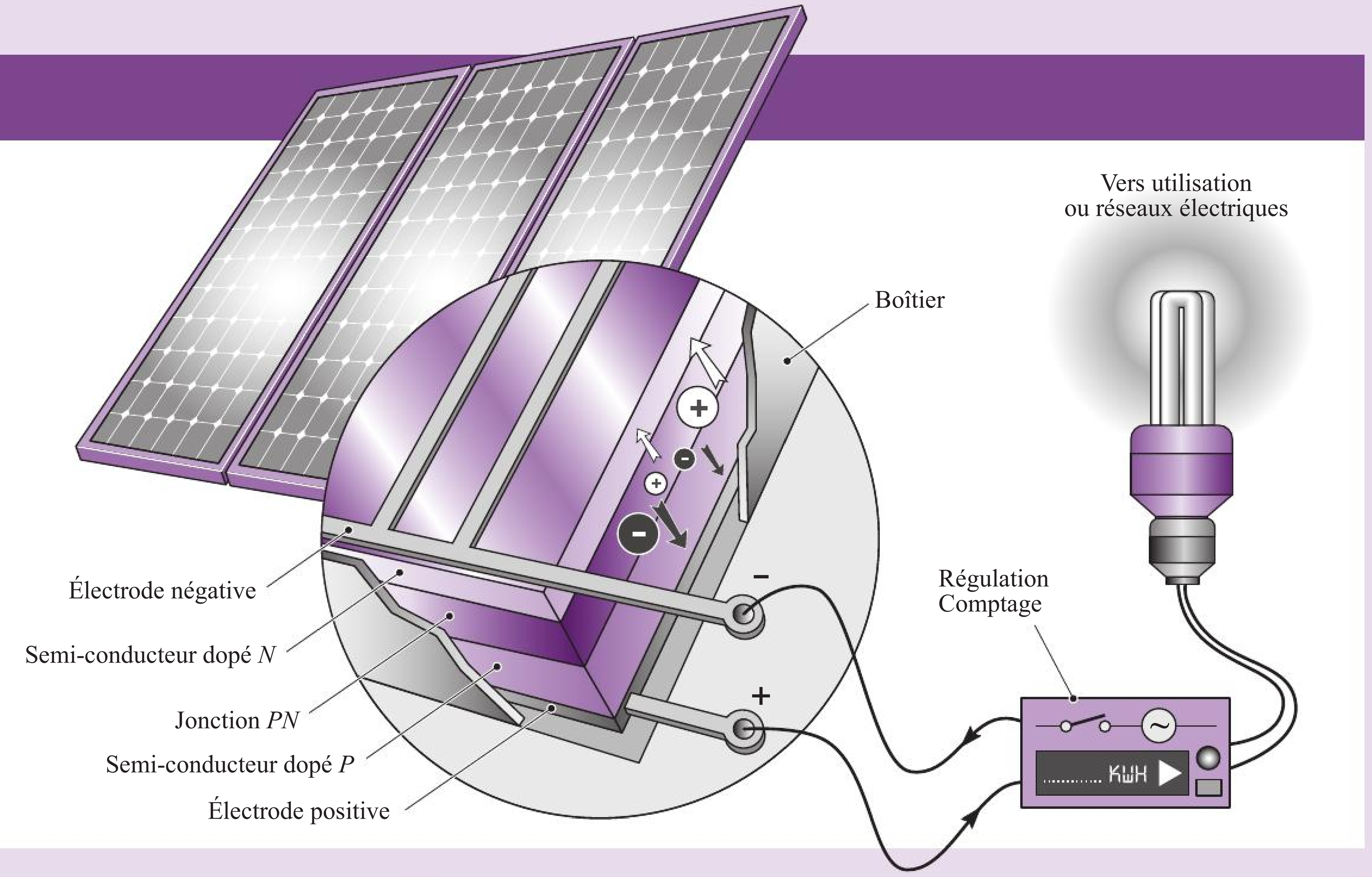
Installations solaires photovoltaïques

Comment ça marche

L'énergie solaire photovoltaïque est une énergie électrique produite au moyen de panneaux solaires qui permettent de convertir une partie de l'énergie solaire en énergie électrique ; c'est une énergie renouvelable, non toxique et silencieuse. L'électricité ainsi produite peut être consommée sur place ou alimenter un réseau de distribution. Une installation solaire photovoltaïque peut être implantée sur tous les types de bâtiment : maison individuelle, bâtiment d'habitation, ERP, bâtiment tertiaire, etc.

Principe

L'énergie électrique est produite dans les cellules photovoltaïques par l'incidence lumineuse sous l'effet photoélectrique. Lorsque les différentes couches de semi-conducteurs qui composent les cellules photovoltaïques sont éclairées, les photons lumineux captés par les électrons périphériques (couche *N*) franchissent la barrière de potentiel et engendrent un courant électrique continu. L'ensemble des modules reliés entre eux forme le module photovoltaïque.

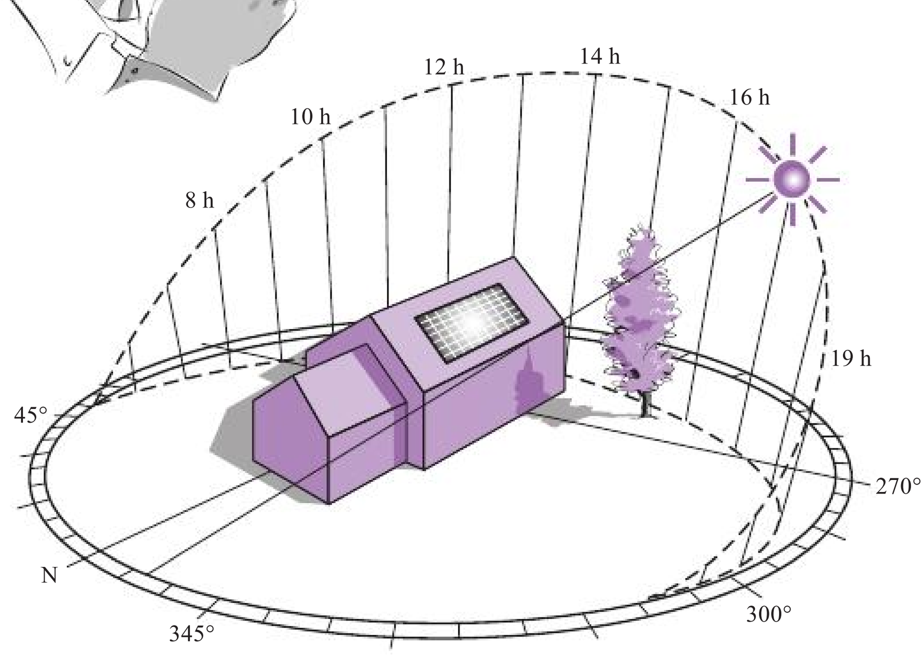


Paramètres de calcul

Lieu et zone d'ensoleillement, orientation du bâtiment, pente du toit, surface de toit disponible, puissance souhaitée, etc., sont des paramètres déterminants pour dimensionner une installation photovoltaïque.



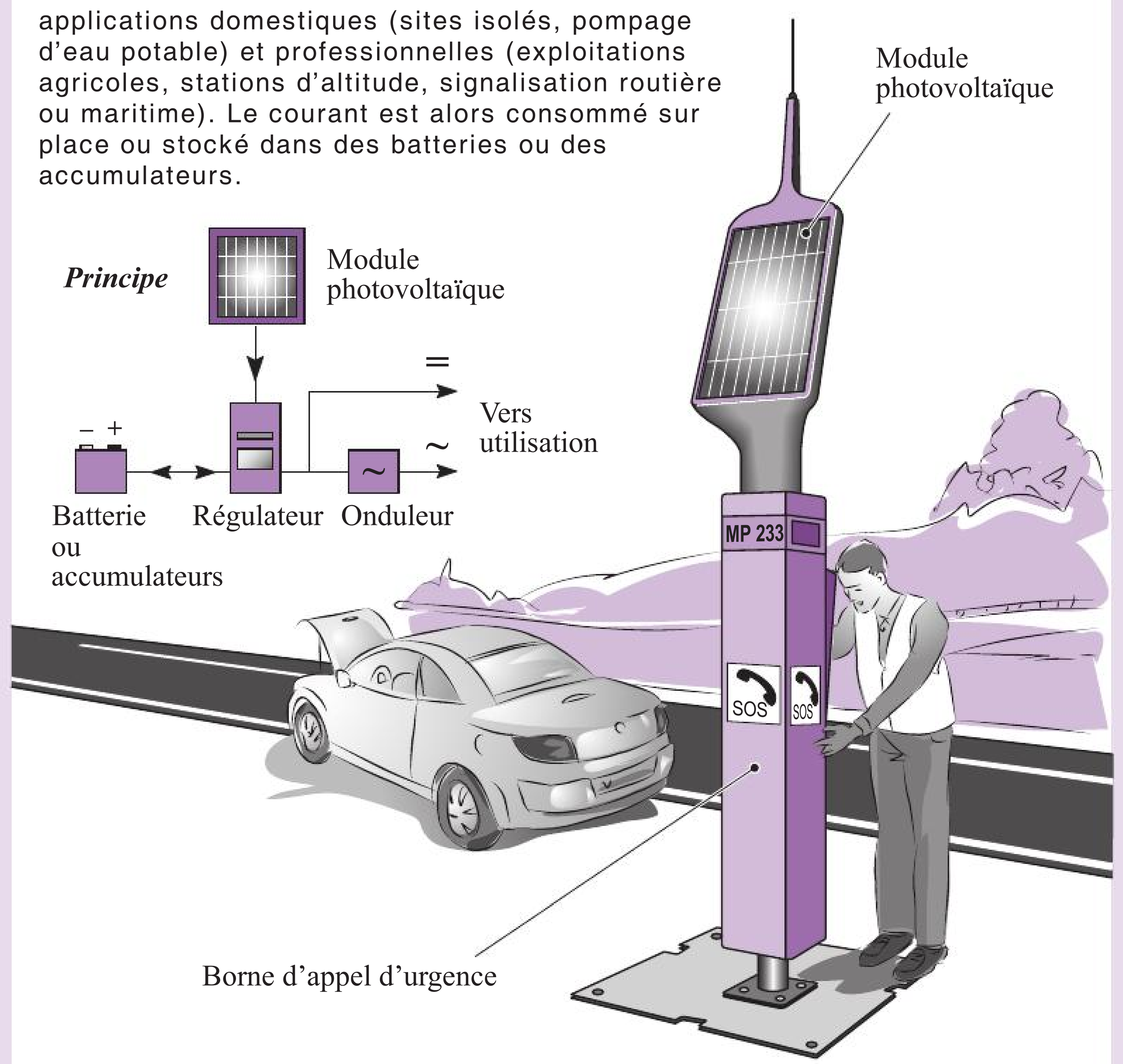
L'indicateur de trajet du soleil permet d'évaluer les conséquences d'une ombre sur le rendement d'une installation.



Vue des ombres portées sur la façade Nord d'un bâtiment.

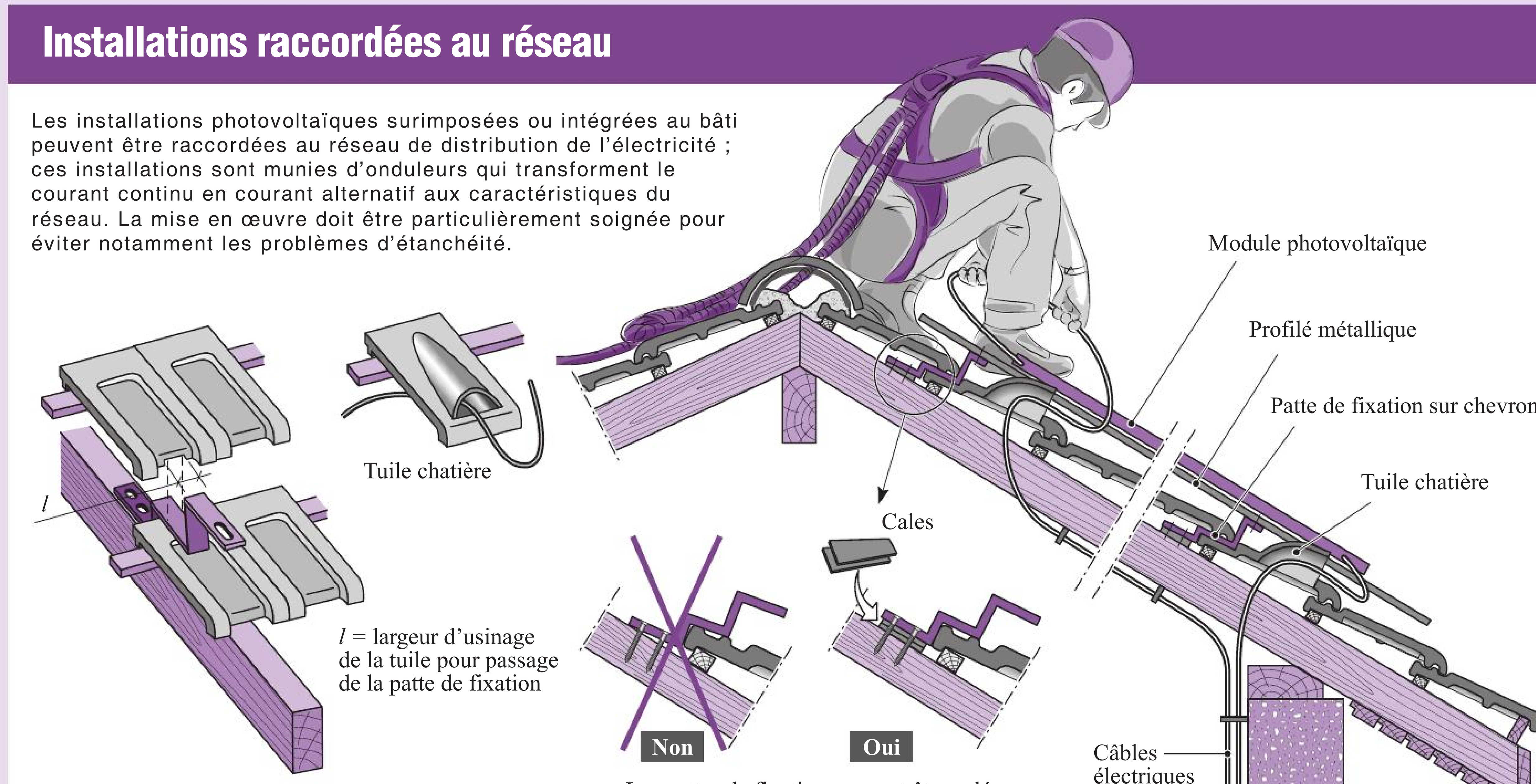
Installations autonomes

Les installations autonomes sont destinées aux applications domestiques (sites isolés, pompage d'eau potable) et professionnelles (exploitations agricoles, stations d'altitude, signalisation routière ou maritime). Le courant est alors consommé sur place ou stocké dans des batteries ou des accumulateurs.

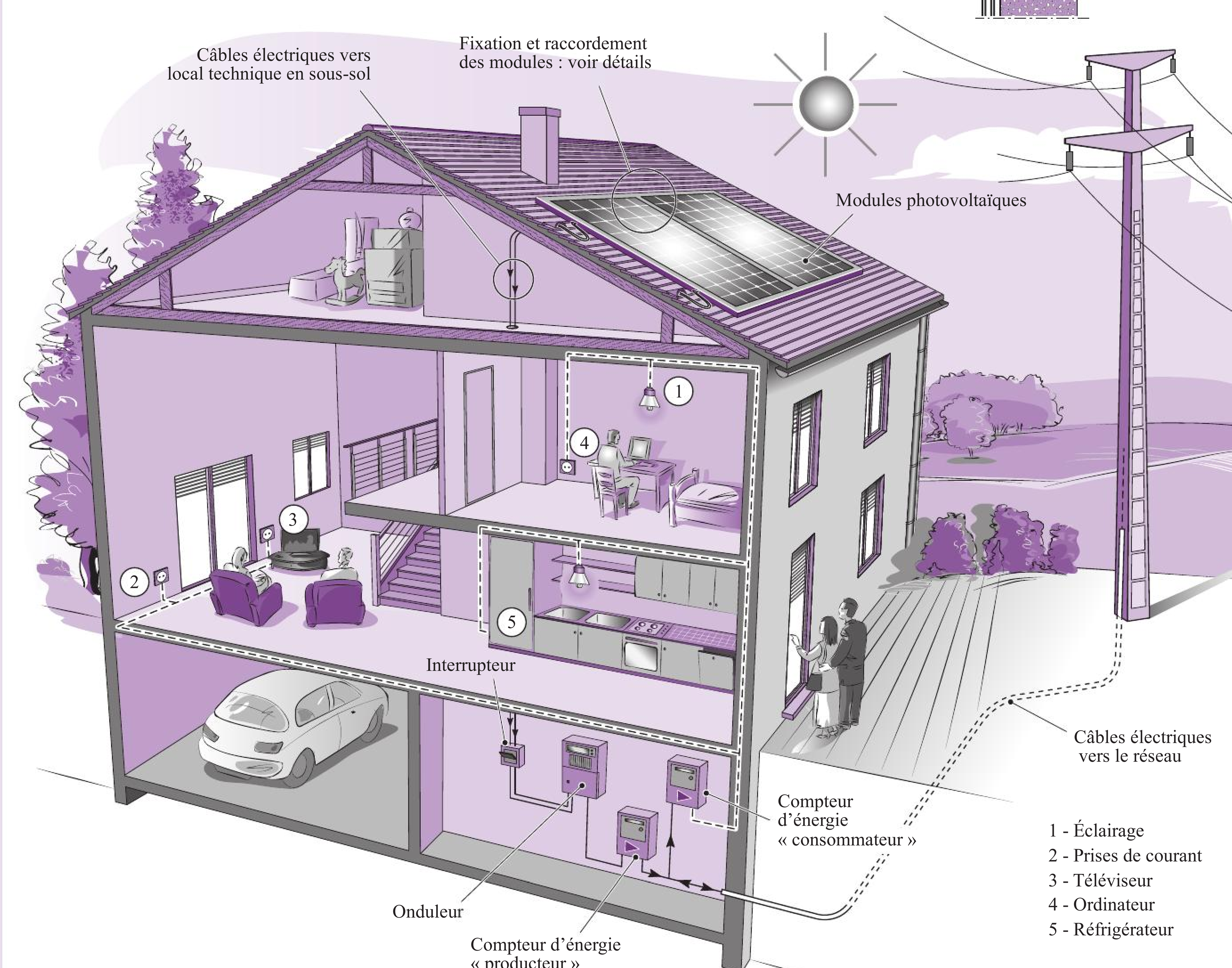


Installations raccordées au réseau

Les installations photovoltaïques surimposées ou intégrées au bâti peuvent être raccordées au réseau de distribution de l'électricité ; ces installations sont munies d'onduleurs qui transforment le courant continu en courant alternatif aux caractéristiques du réseau. La mise en œuvre doit être particulièrement soignée pour éviter notamment les problèmes d'étanchéité.



Détails de fixation et de raccordement



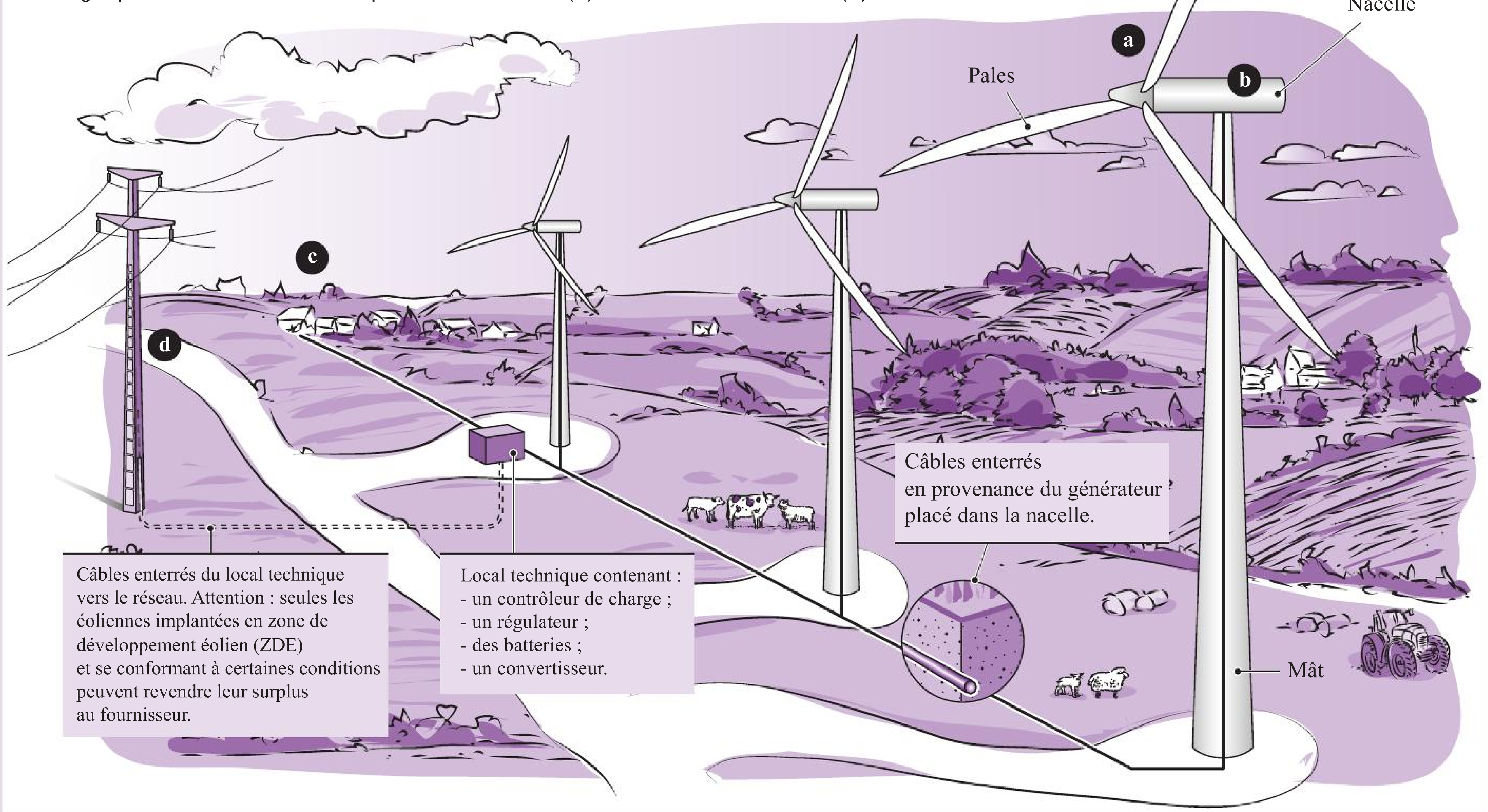
Comment ça marche

Installations éoliennes

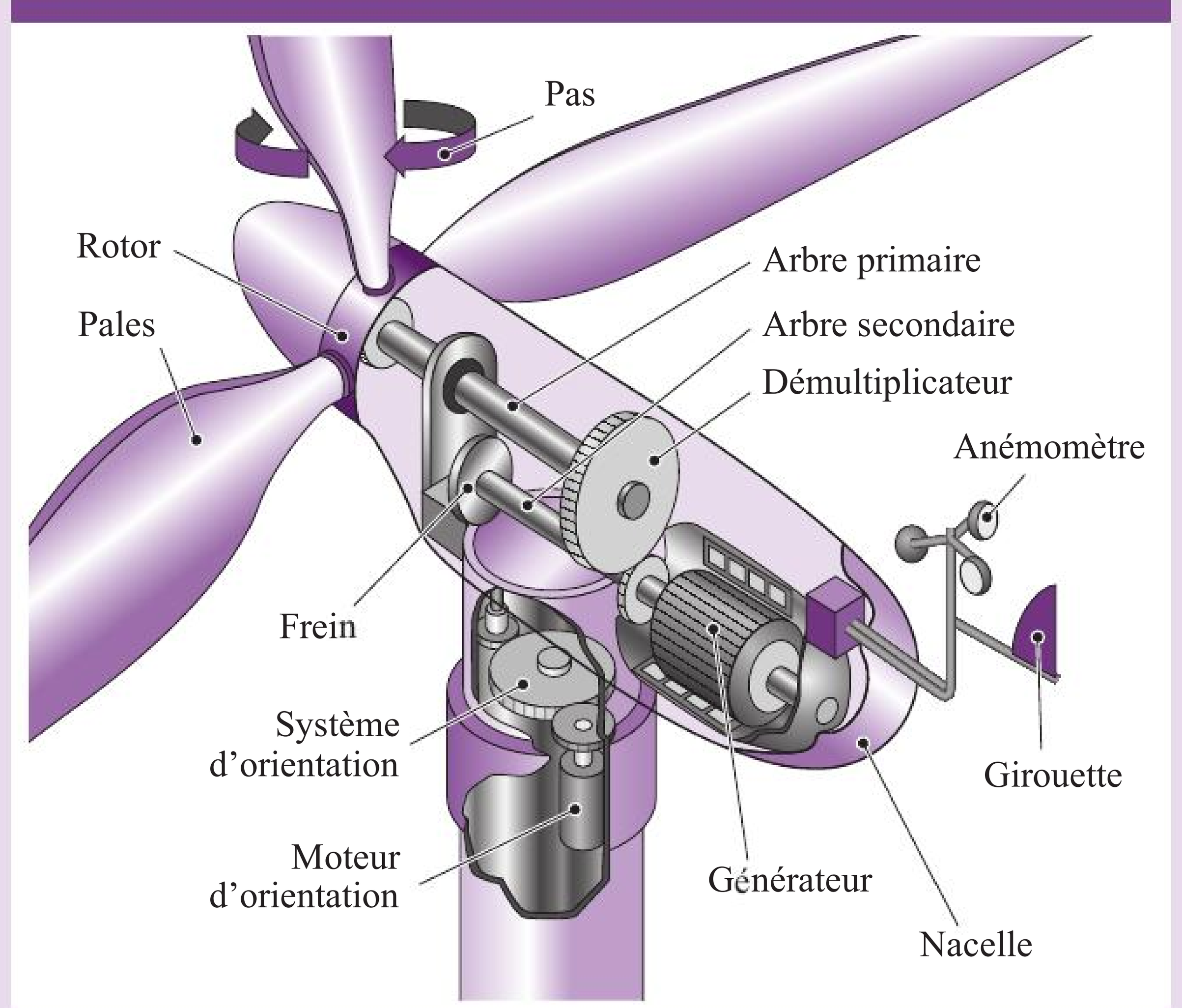
L'énergie éolienne permet de convertir le déplacement de l'air en force motrice. L'aérogénérateur transforme cette force motrice en énergie électrique et l'éolienne de pompage mécanique transforme la rotation du rotor en mouvement de translation alternatif qui active une pompe à piston. Un permis de construire est obligatoire pour toute installation d'une hauteur supérieure à 12 m.

Principe d'un aérogénérateur

Le vent fait tourner les pales (a), puis l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique (b) ; l'énergie produite est consommée par les utilisateurs (c) ou revendue au réseau (d).

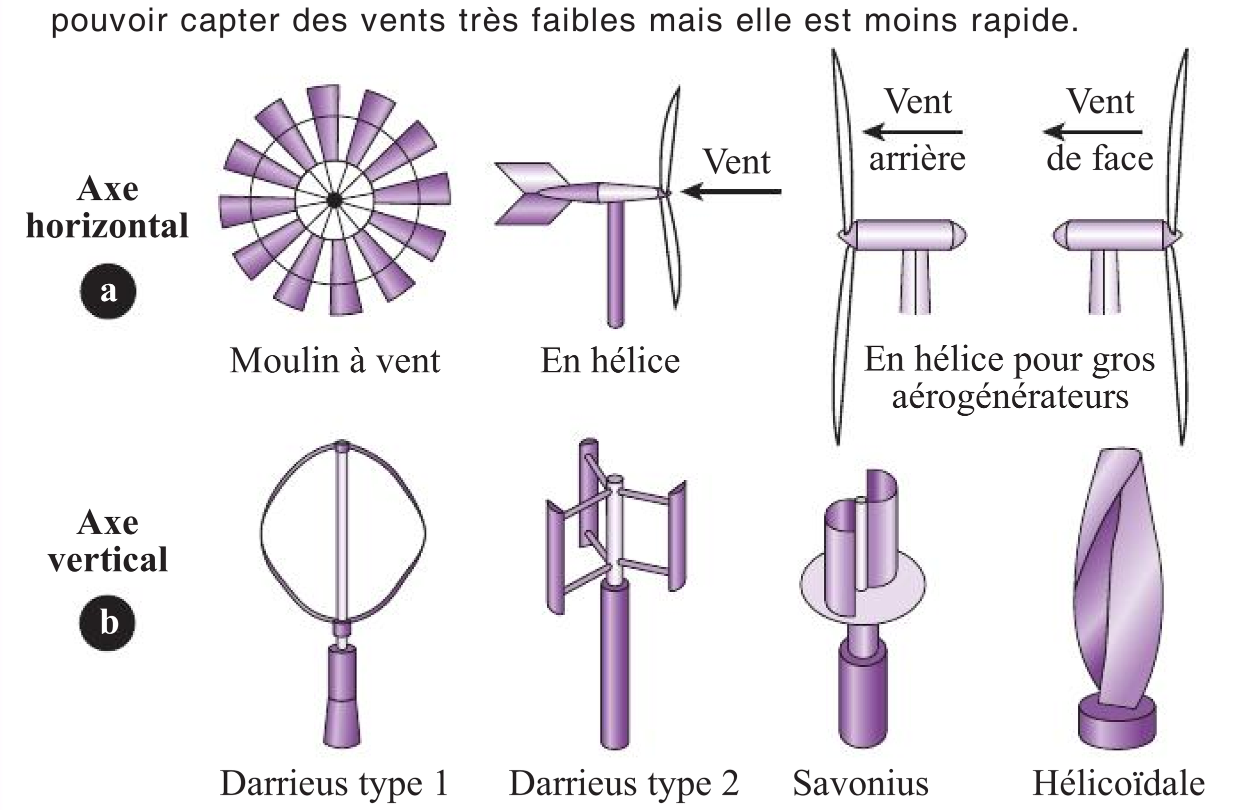


Détail de la nacelle



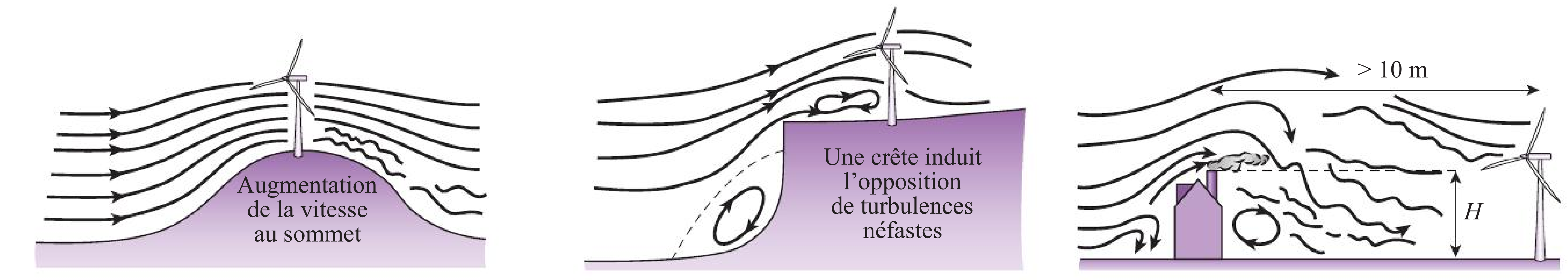
Types et formes d'éolienne

Il existe deux familles d'éolienne. La plus répandue est l'éolienne à axe horizontal (a), qui offre un bon rendement mais qui doit être orientée face au vent. Quant à l'éolienne à axe vertical (b), elle a l'avantage de pouvoir capter des vents très faibles mais elle est moins rapide.



Implantation

L'éolienne doit être implantée à l'endroit le plus venteux du terrain et idéalement à 2 m minimum au-dessus de tout obstacle (*H*). Plus elle est haute, meilleures sont ses performances. Pour éviter les contraintes mécaniques sur le mât, il est recommandé de tirer parti des reliefs du terrain.



Site favorable — **Site défavorable** — **Présence d'obstacles**

Raccordement électrique à usage privé

Le régulateur est situé entre l'éolienne et les batteries, sa fonction étant d'empêcher les surtensions et de gérer les sous-tensions afin de garantir un apport d'électricité régulier. Les batteries permettent de stocker le courant continu, leur capacité définissant la quantité d'électricité stockée.
Le convertisseur, dernier maillon de l'installation, permet de transformer le courant continu des batteries en 230 V 50 Hz.

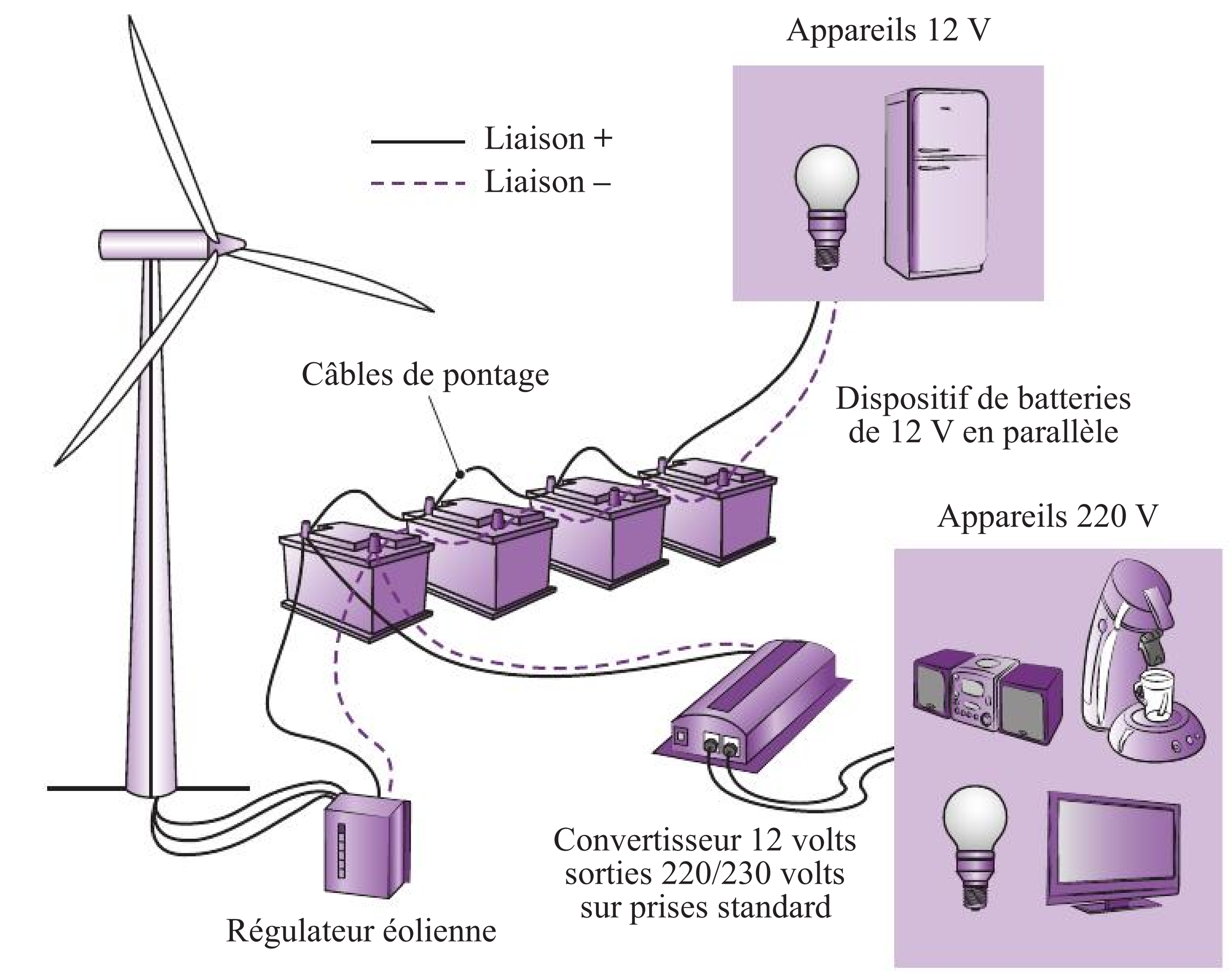
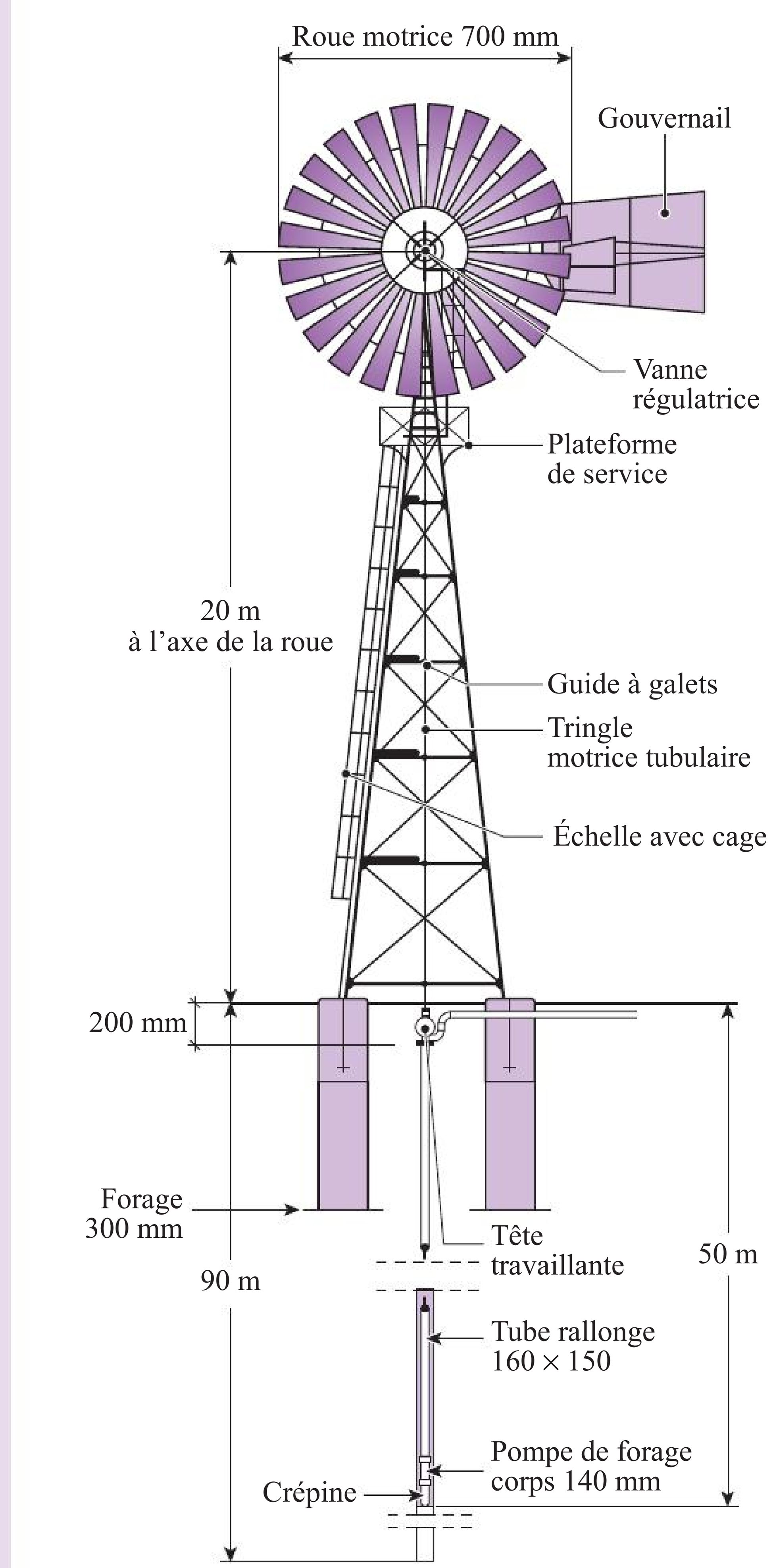


Schéma de raccordement

Éolienne de pompage mécanique

Le système de puisage à la verticale du puits est constitué d'un ensemble de bielles, de manivelles et de tringles qui capte l'énergie cinétique du vent pour entraîner une pompe à piston. Ce système est principalement utilisé pour l'abreuvage du bétail et pour l'irrigation.



Éolienne de pompage mécanique

Consommation et vitesse de vent

Exemples de vitesse de vent moyenne requise par consommation journalière.

Consommation (Wh/j)	300	680	1 100	1 800	2 300
Équivalence en appareils ménagers d'utilisation courante	20 W 20 W 20 W 20 W	20 W 20 W			
Vitesse de vent moyenne par mois (m/s)	3,6	4,4	5,4	6,3	7,2

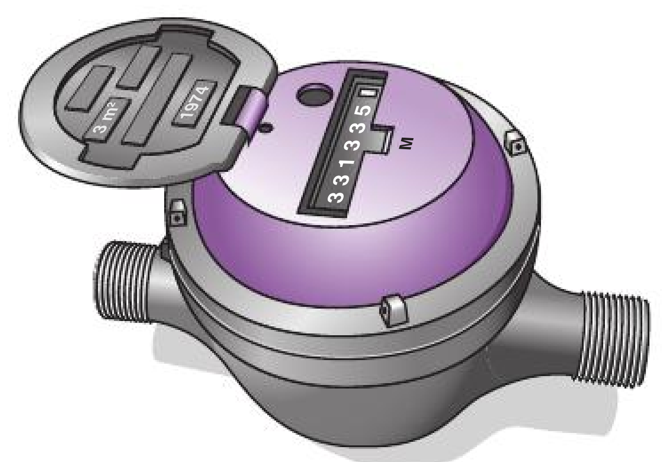
Comment ça marche

Adduction d'eau

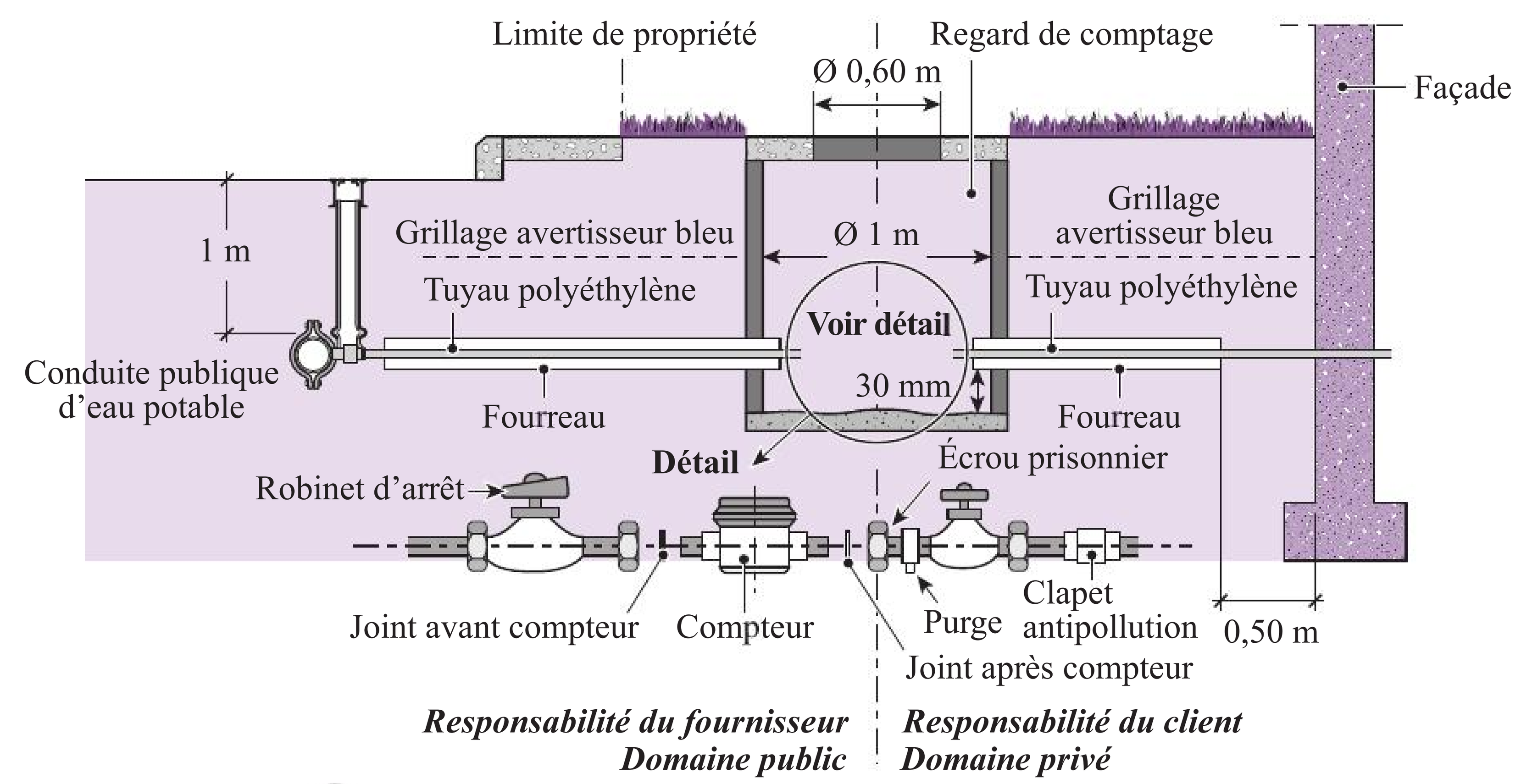
L'adduction d'eau comprend l'alimentation à partir du réseau collectif, et la distribution assurée par des canalisations qui cheminent dans le bâtiment. Le diamètre des canalisations doit permettre un débit adapté aux besoins des utilisateurs ; il est déterminé en fonction des appareils sanitaires installés. Le traitement de l'eau permet d'éviter l'entartrage et la corrosion des tuyauteries, de la robinetterie et des appareils de réchauffage de l'eau.

Branchement au réseau

Les branchements d'eau compris entre la conduite publique et le compteur sont installés par le fournisseur d'eau (a). Les canalisations sont enterrées à une profondeur de 0,80 à 1,20 m selon la protection requise contre le gel. Le compteur (b), les robinets d'arrêt et le clapet antipollution sont placés dans un regard d'un diamètre de 0,80 à 1 m selon l'importance du branchement, situé à l'intérieur de la limite de propriété.



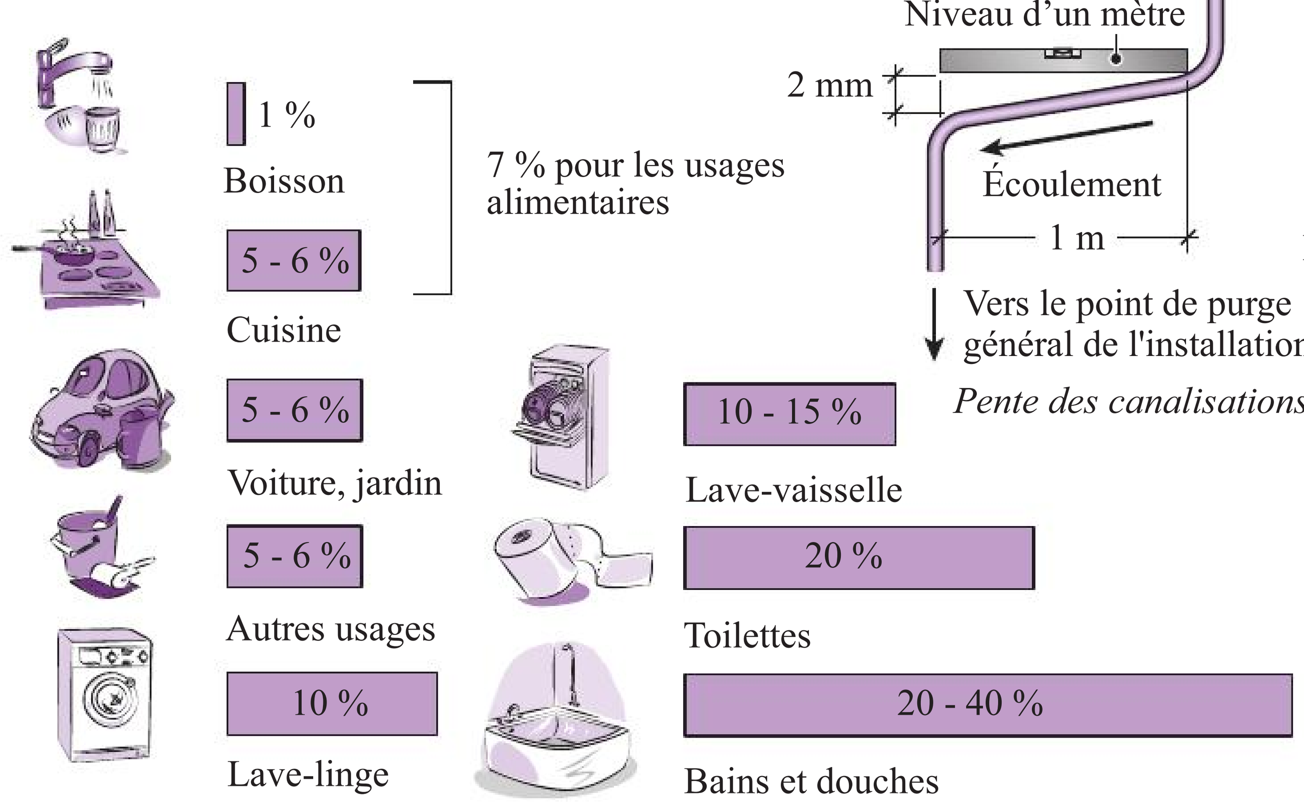
b Compteur d'eau



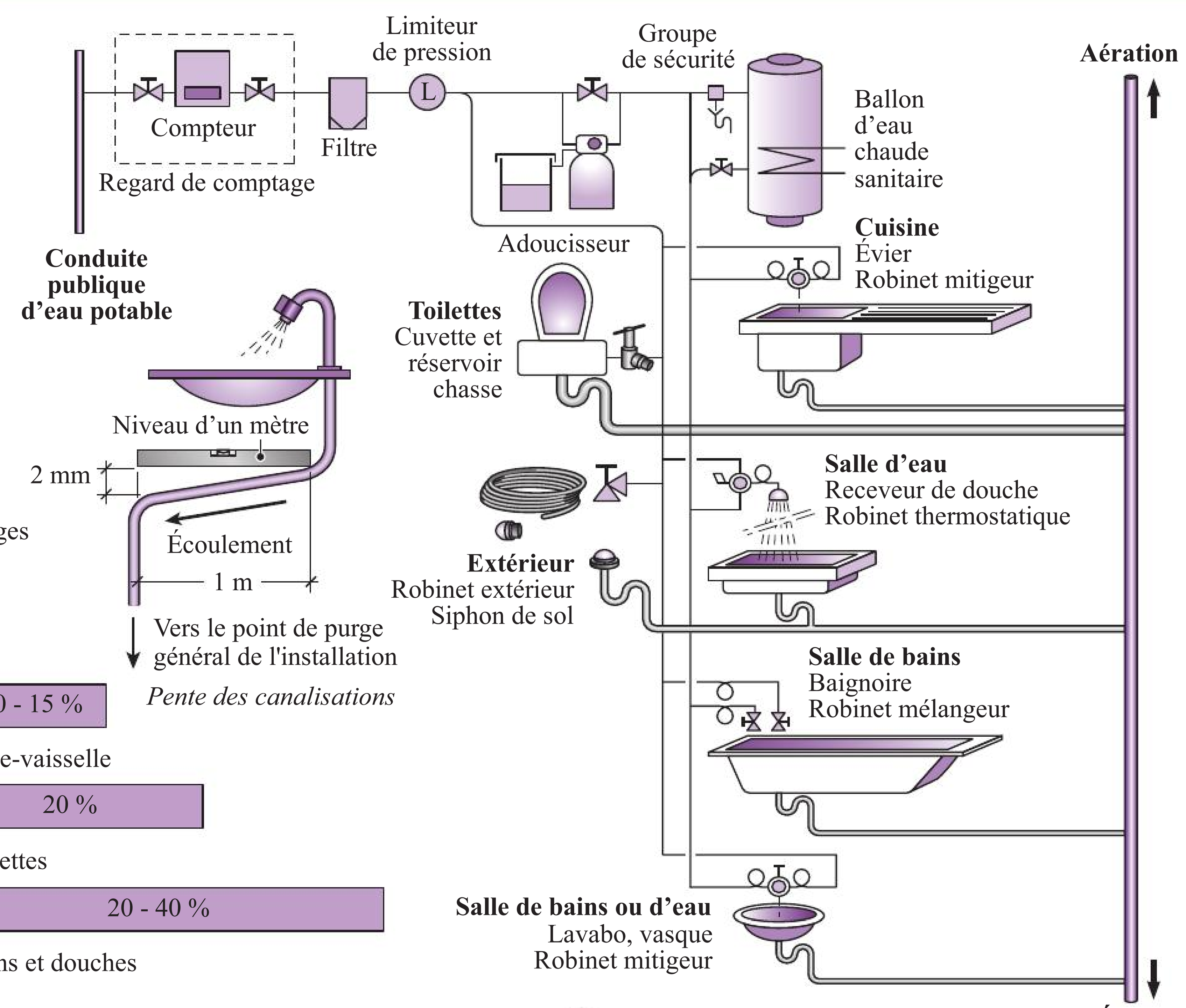
a Branchement entre la conduite publique et le bâtiment

Consommation et installation

La consommation d'eau par jour et par habitant pour les usages domestiques (a) est estimée à 150 litres. Une installation d'alimentation d'eau (b) comprend :
- le réseau d'alimentation en eau froide comprenant éventuellement un filtre, un limiteur de pression et un adoucisseur ;
- la production d'eau chaude sanitaire ;
- la distribution en eau froide et en eau chaude qui assure aux appareils les débits nécessaires. Pour faciliter la purge de l'installation, les canalisations horizontales doivent présenter une pente de 2 mm/m vers le compteur.



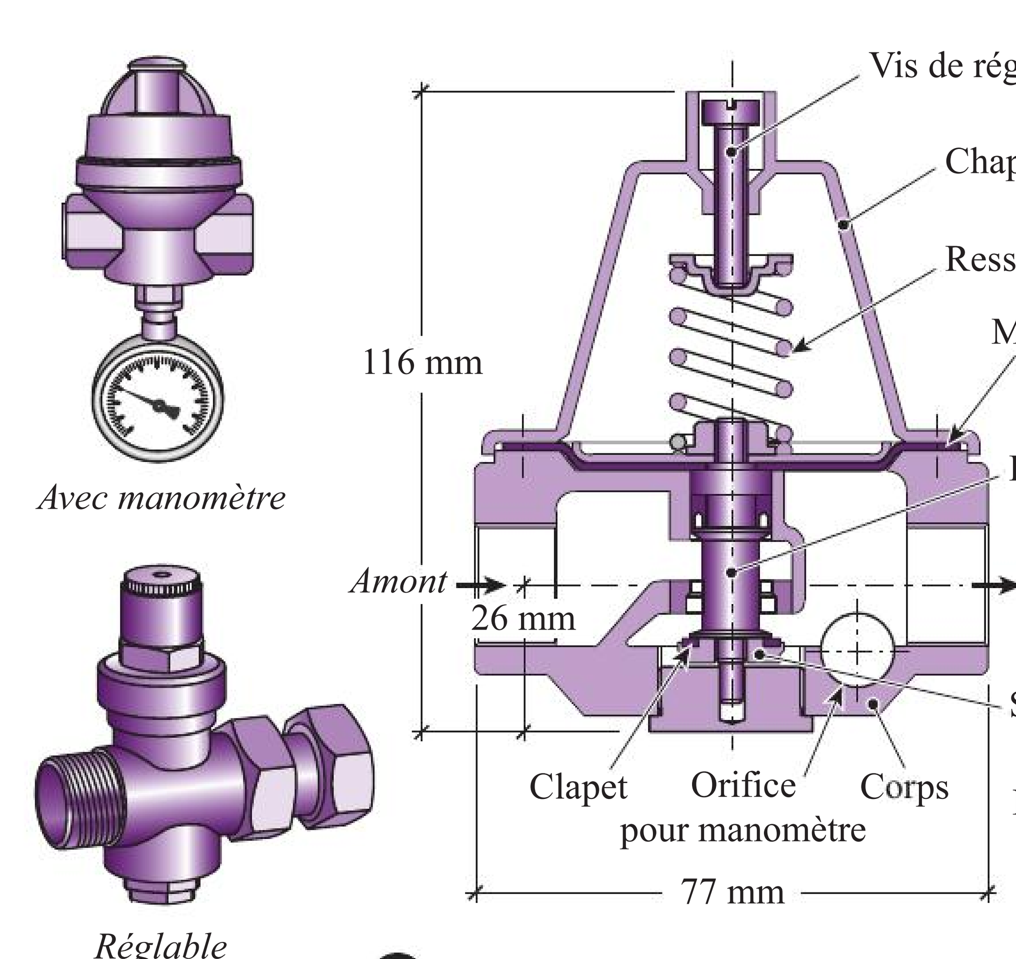
a Répartition des consommations d'eau en habitat individuel



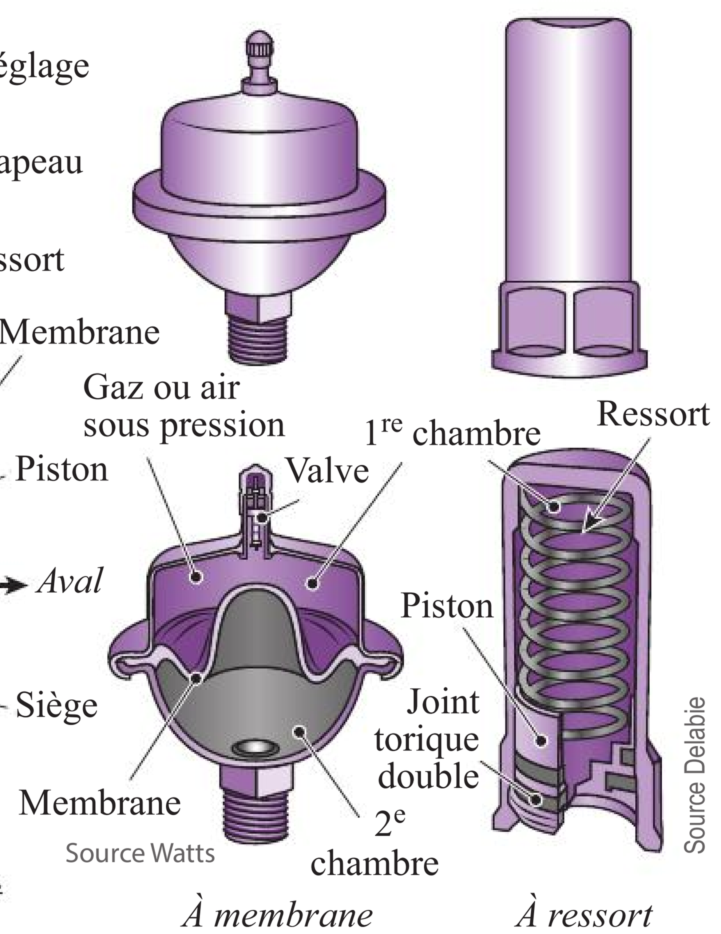
b Schéma d'un réseau privé

Réducteur de pression et antibélier

La pression du réseau public peut être trop élevée et provoquer des coups de bélier (bruits de canalisation lors de la fermeture brusque des robinets). Un réducteur de pression (a) réglable ou préréglé permet d'assurer une pression constante de 3,5 bars. L'antibélier (b), à ressort ou à membrane, permet d'absorber l'onde de choc. Il est placé au plus près des éléments qui provoquent la perturbation. Le respect des diamètres minimaux des tuyauterie garantit un débit suffisant à chaque point de tirage (c).



a Réducteur de pression



b Antibélier

Appareil	Débit minimal		Diamètre intérieur minimal (mm)
	*Eau froide** (l/s)	*Eau chaude* (l/s)	
Evier	0,20	0,20	12
Lavabo	0,20	0,20	10
Bidet	0,20	0,20	10
Baignoire	0,33	0,33	13
Douche	0,20	0,20	12
Poste d'eau robinet 1/2	0,33	–	12
Poste d'eau robinet 3/4	0,42	–	13
WC avec réservoir	0,12	–	10
Lave-mains	0,10	–	10
Lave-linge	0,20	–	10
Lave-vaisselle	0,10	–	10

* *ou eau mélangée*

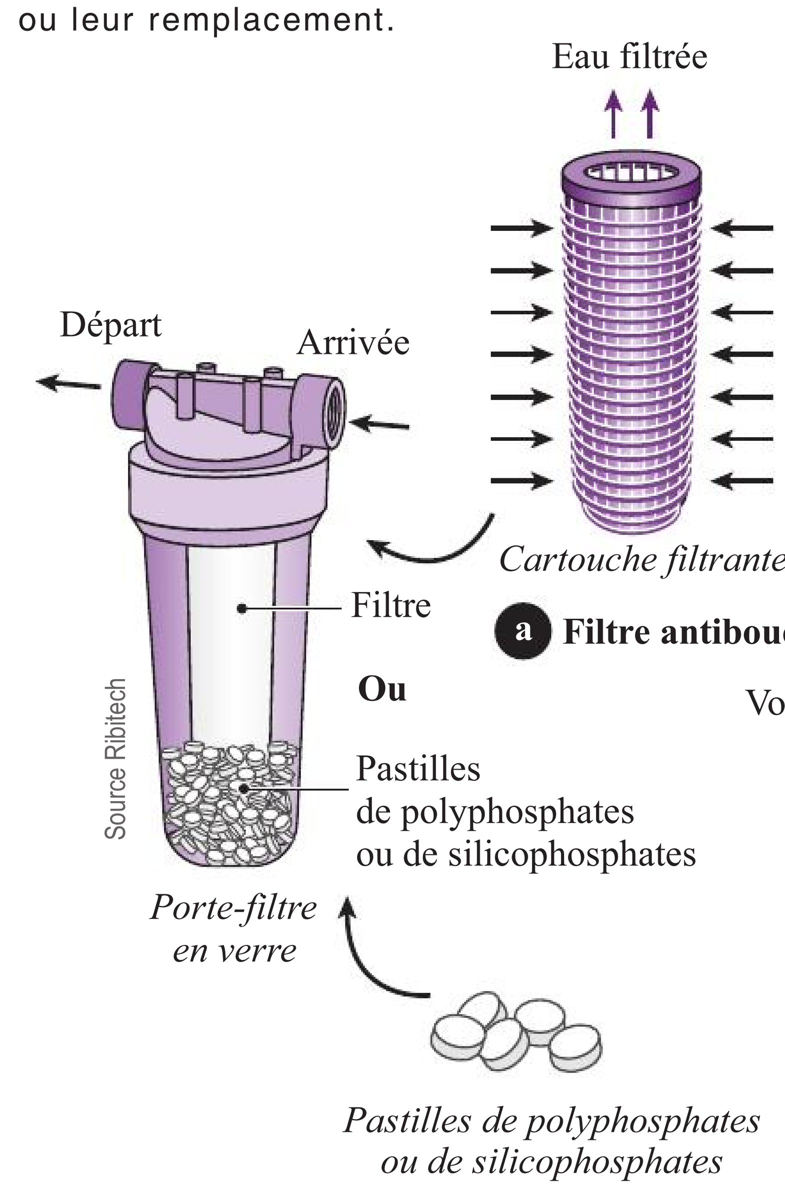
Source DTU 60.11

c Diamètres minimaux des tuyauteries

Traitement de l'eau

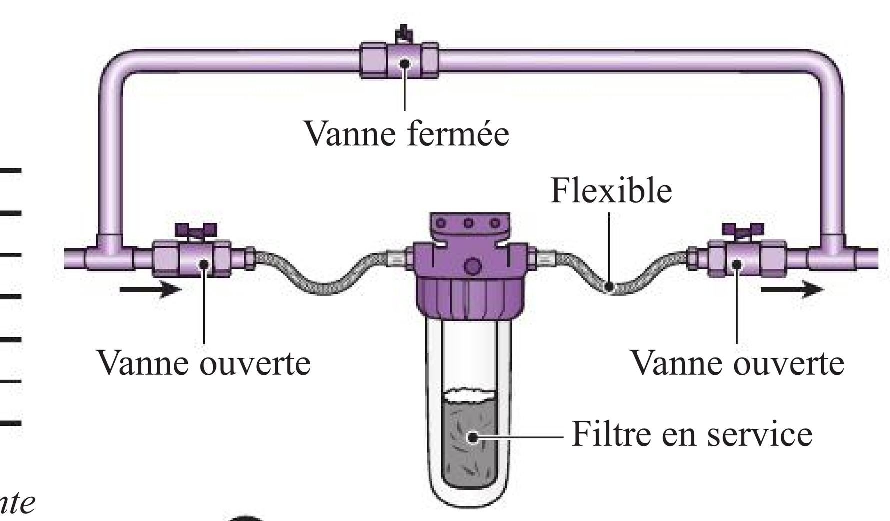
Le traitement de l'eau assure en amont de l'installation l'élimination du sable, des boues et du tartre qui colmatent les tuyauteries, la robinetterie et les appareils de réchauffage de l'eau, au moyen des dispositifs de traitement suivants :
- le filtre antiboue (a) : installé juste après le compteur, son porte-filtre en verre renferme une cartouche synthétique lavable ou jetable qui retient les impuretés de l'eau ;
- le filtre antitartre à polyphosphates (b) : semblable au filtre antiboue, son porte-filtre en verre renferme des pastilles de polyphosphates ou de silicophosphates qui maintiennent le calcaire en suspension dans l'eau ;
- l'antitartre électronique ou magnétique (c) : il crée des impulsions électriques ionisantes qui maintiennent en suspension les particules calcaires, empêchant la formation de tartre ;
- l'adoucisseur (d) : il est composé de deux réservoirs contenant des résines minérales et du sel régénérant. Lorsque la résine est saturée de calcaire, un procédé physicochimique (échange d'ions) la régénère grâce au sel.

Les appareils de traitement de l'eau doivent être installés en *by-pass* (e) afin d'être isolés du circuit de distribution d'eau lors de leur entretien ou leur remplacement.

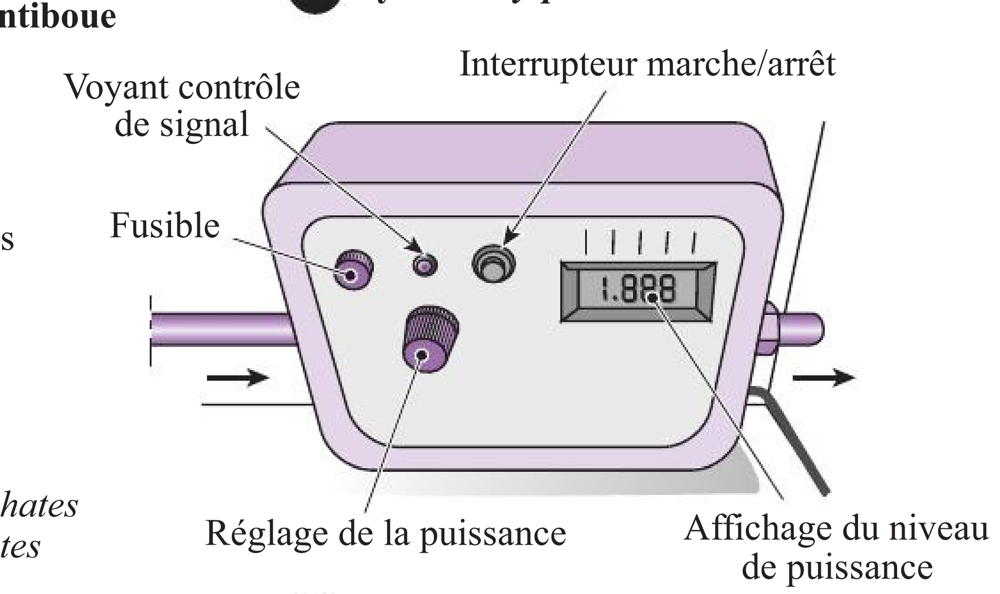


a Filtre antiboue

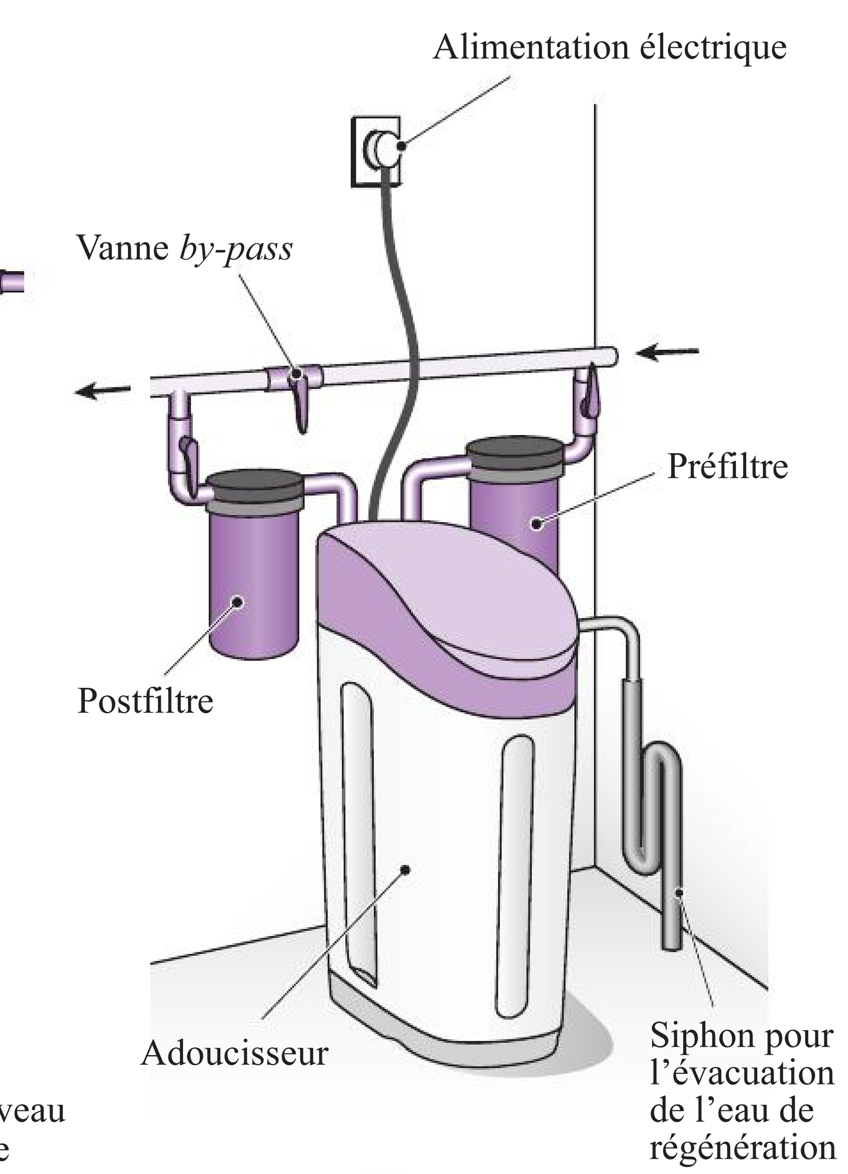
b Filtre antitartre



e Système *by-pass* à 3 vannes



c Antitartre électronique



d Adoucisseur

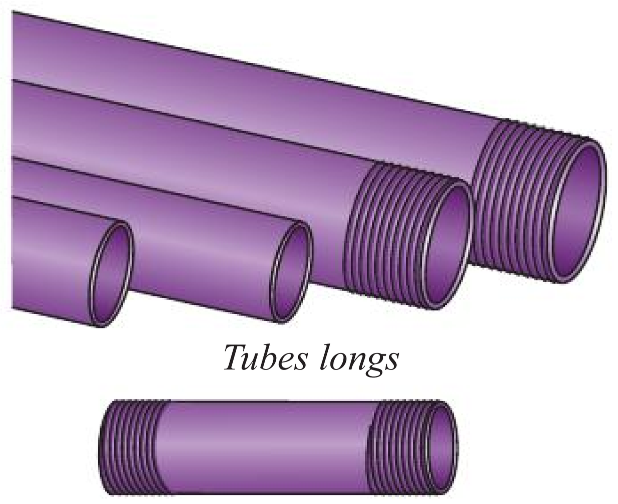
Comment ça marche

Canalisations en acier et en cuivre

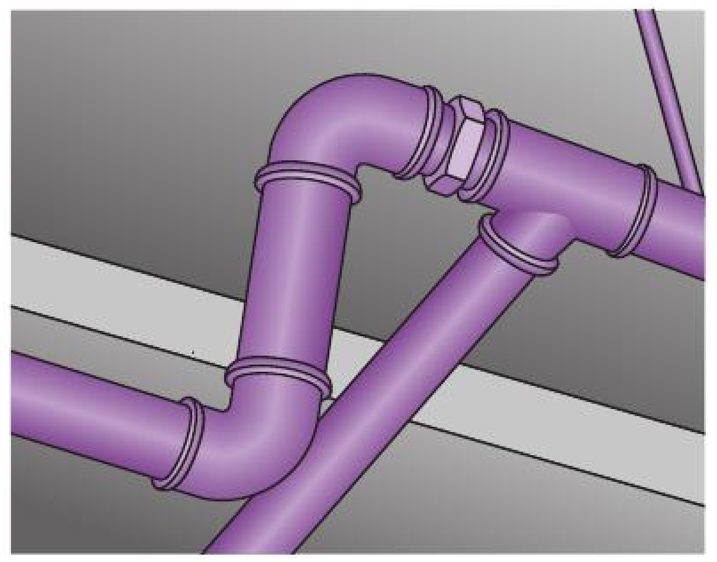
Les tubes en acier sont de moins en moins utilisés pour la distribution d'eau chaude et d'eau froide sanitaire. Leur mise en œuvre est délicate et ils présentent des risques de corrosion galvanique lorsqu'ils sont associés à d'autres métaux. Les flexibles à tresses en acier assurent le raccordement rapide des appareillages. Les tubes en cuivre, matériau noble, permettent d'obtenir des installations durables de qualité.

Tubes en acier galvanisé

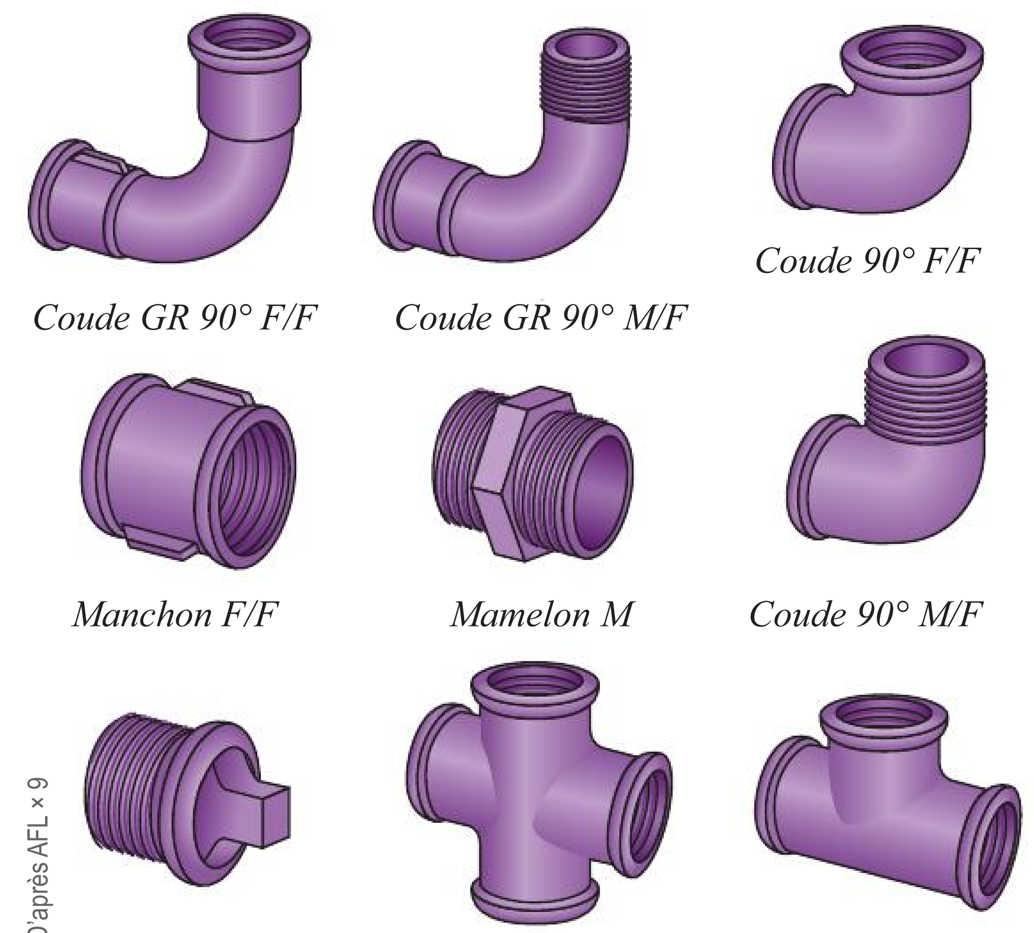
Les tubes en acier galvanisé (a) permettent l'adduction et la distribution d'eau potable, en particulier dans les immeubles collectifs pour les colonnes montantes d'eau et la distribution du chauffage central. Le façonnage des tubes nécessite un outillage spécifique (coupe-tubes, cintreuses et filières). Des raccords en fonte ductile galvanisée permettent l'assemblage des tubes entre eux (b). Les assemblages sont étanchés au moyen de filasse et de pâte d'étanchéité (c).



a Tubes en acier galvanisé



Exemple d'installation



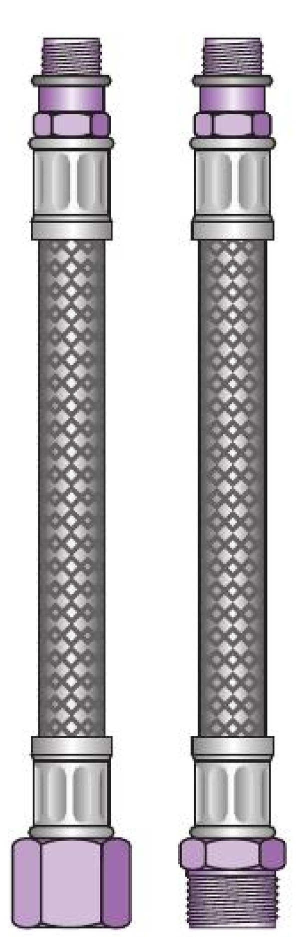
b Raccords en fonte ductile galvanisée



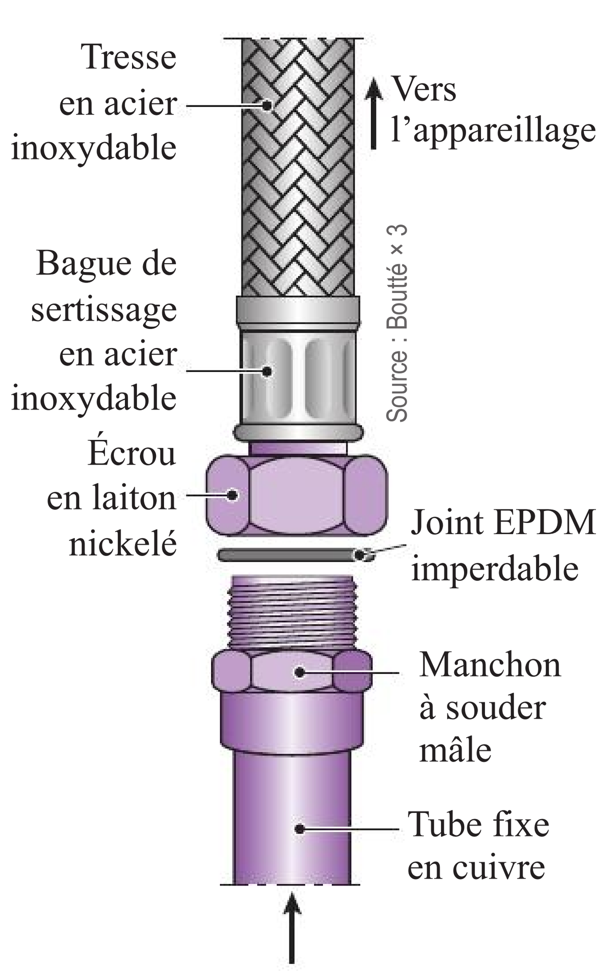
c Mise en œuvre avec filasse et pâte d'étanchéité

Flexibles à tresse en acier

Les flexibles d'alimentation en eau sont constitués d'un tuyau en caoutchouc protégé par une tresse en acier (a). Ils permettent le raccordement rapide et sans soudure des appareils sanitaires et des chauffe-eau (b). Les robinetteries sont généralement vendues avec leurs flexibles de raccordement. Le positionnement des flexibles doit éviter les courbes trop serrées et les écrasements (c).

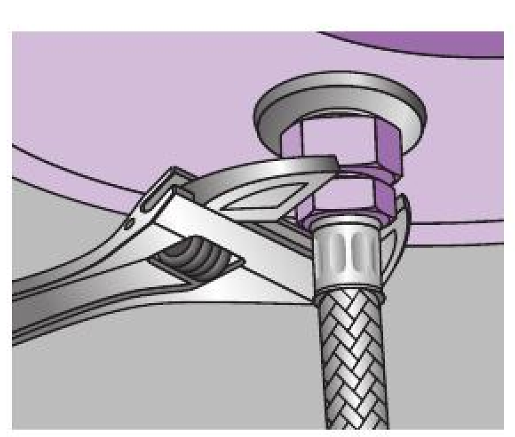


a Flexibles



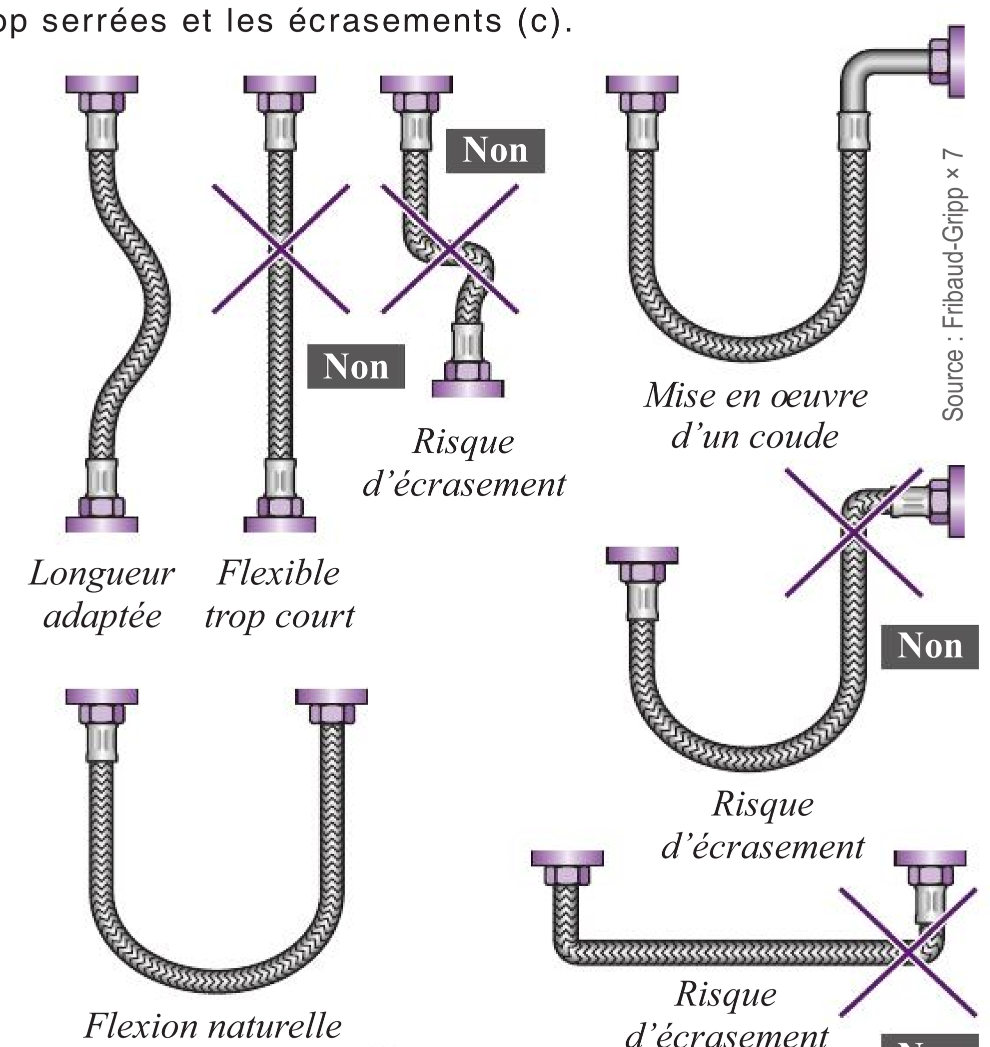


Mitigeur



Chauffe-eau

b Raccordements

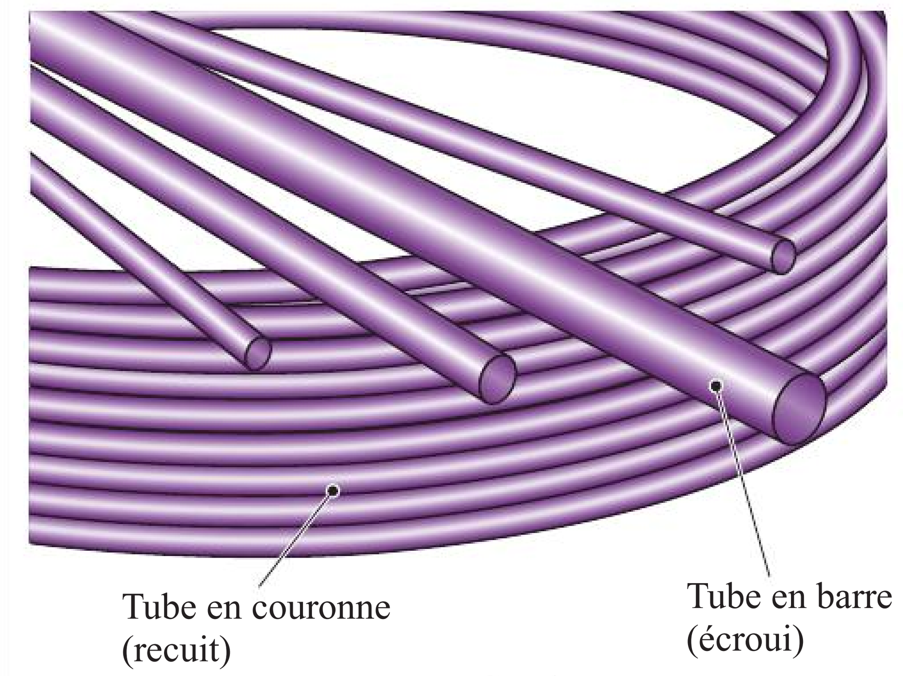


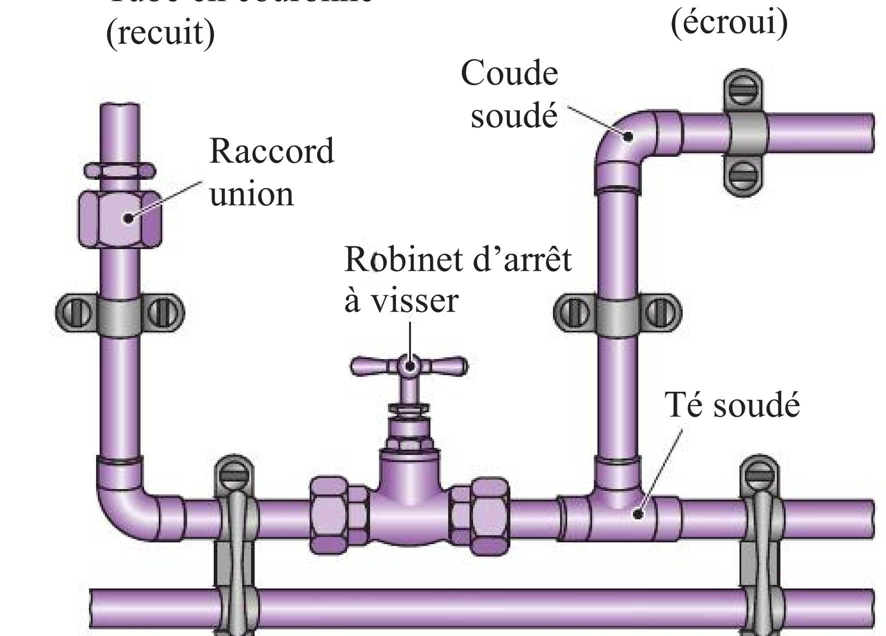
c Positionnement

Tubes en cuivre

Le cuivre, matériau traditionnel et recyclable, est couramment utilisé pour la distribution d'eau chaude et d'eau froide sanitaire. Peu sensible à la dilatation, il offre une forte résistance mécanique. Les tubes de cuivre sont commercialisés sous forme de barres rigides (cuivre écroui) ou de couronnes souples (cuivre recuit) d'un diamètre extérieur de 10, 12, 14, 16, 18, 20 ou 22 mm (a). Plusieurs types d'assemblages sont distingués :
- les raccords à souder ou à braser (b) : en complément du cintrage des tubes, des raccords permettent d'assembler les tubes entre eux ;
- les systèmes américains ou *gripp* (c) : ils comportent un écrou à épaulement, une bague crantée et un joint en caoutchouc ;
- les systèmes bicônes ou olives (d) : ils comportent une rondelle cônique (olive) qui s'écrase entre le tube et un écrou chanfreiné ;
- les assemblages à collets battus (e) : ils nécessitent le façonnage d'une collerette sur le tube pour servir d'appui à un joint plat d'étanchéité.

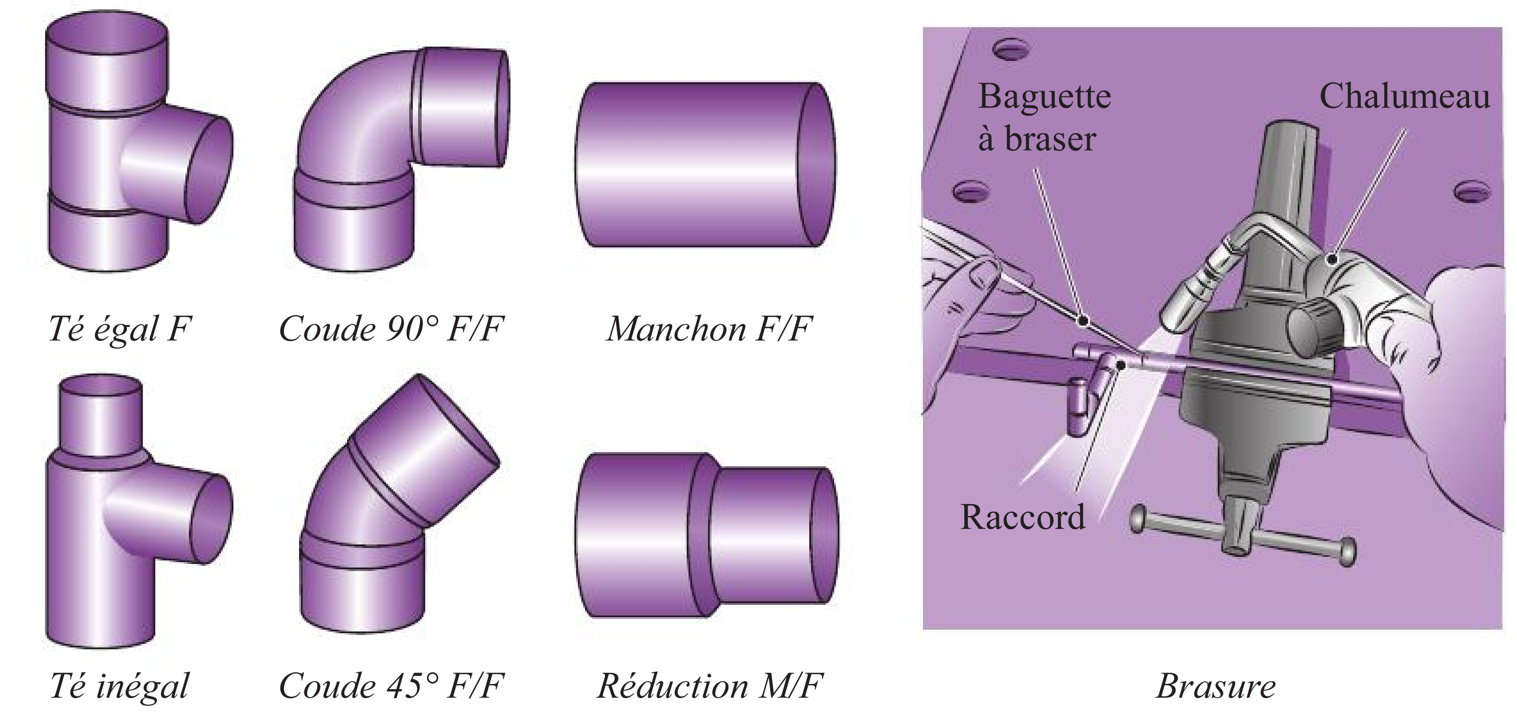
Les tubes de cuivre sont fixés au mur au moyen de colliers simples ou doubles ; une rosace permet d'écarter le tube du mur pour faciliter la pose des écrous et des raccords (f). Le calorifugeage (g) protège les canalisations du gel et évite les déperditions thermiques.



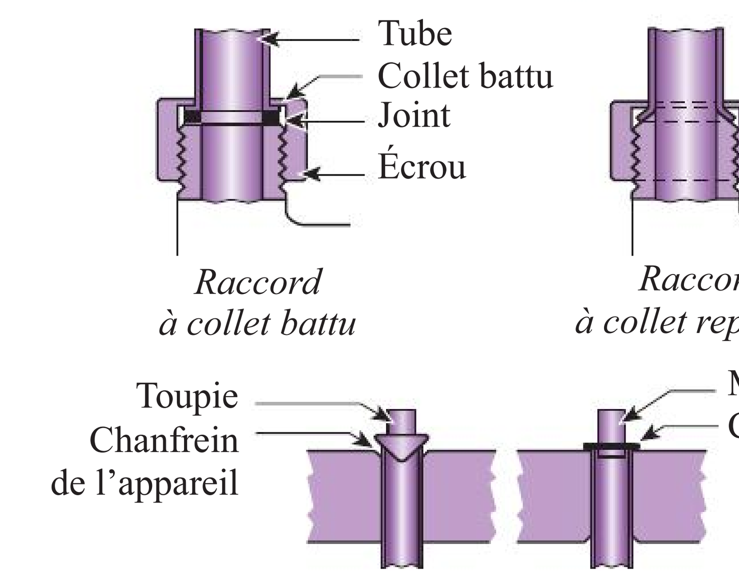


Exemple d'installation

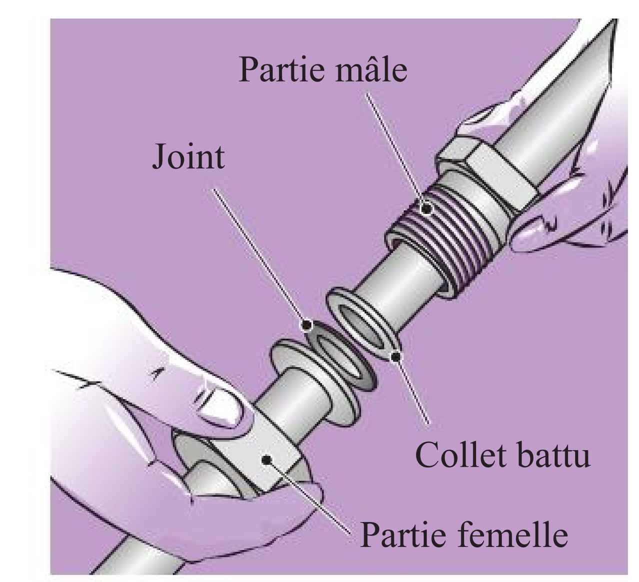
a Tubes de cuivre



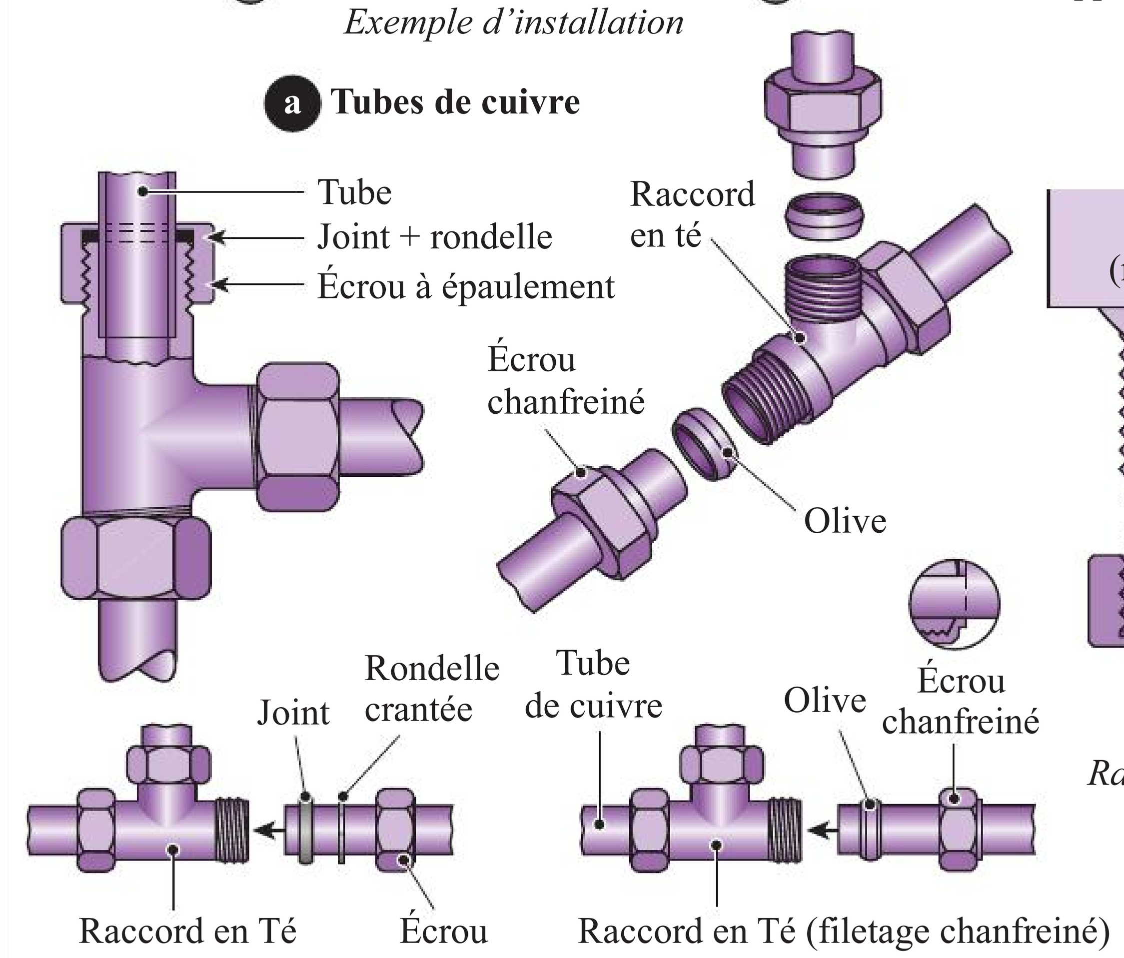
b Raccords à souder ou à braser



Formation du collet

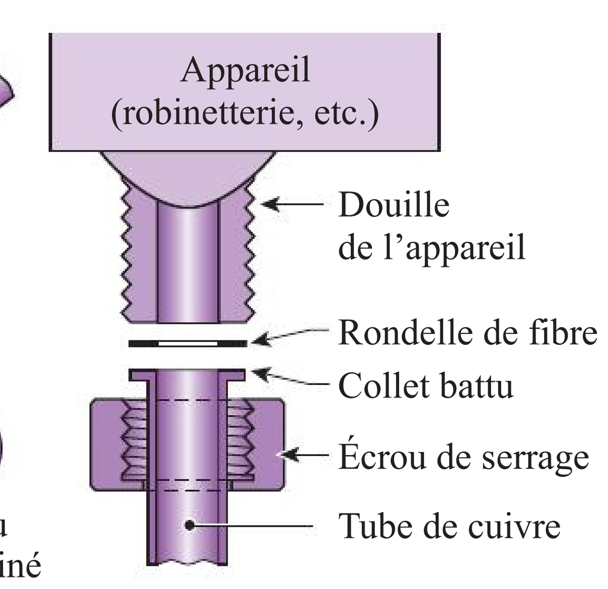


Montage sur raccord union

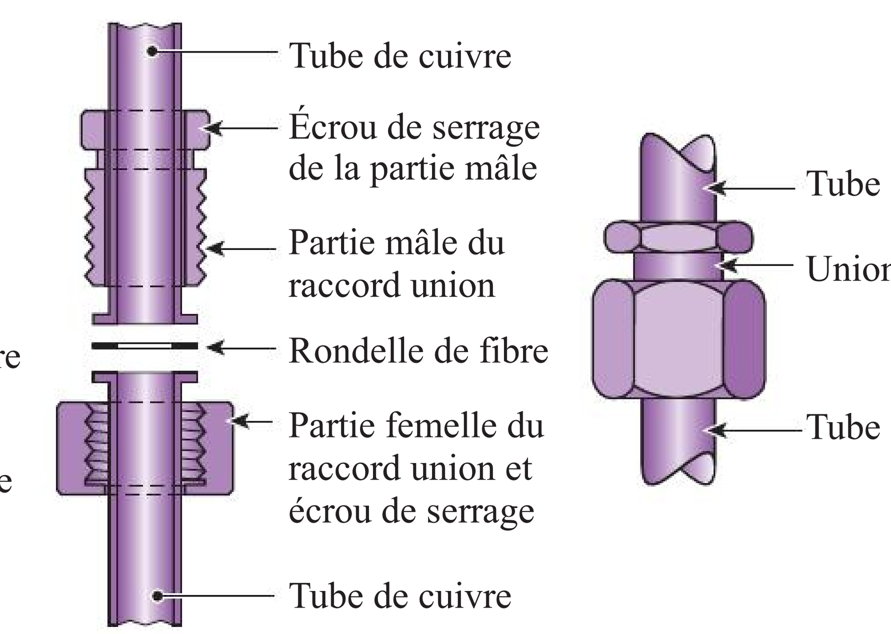


c Système américain (à compression)

d Système bicône (à olives)

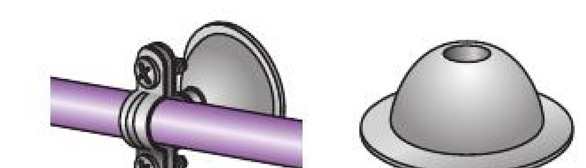


Raccordement sur un appareil

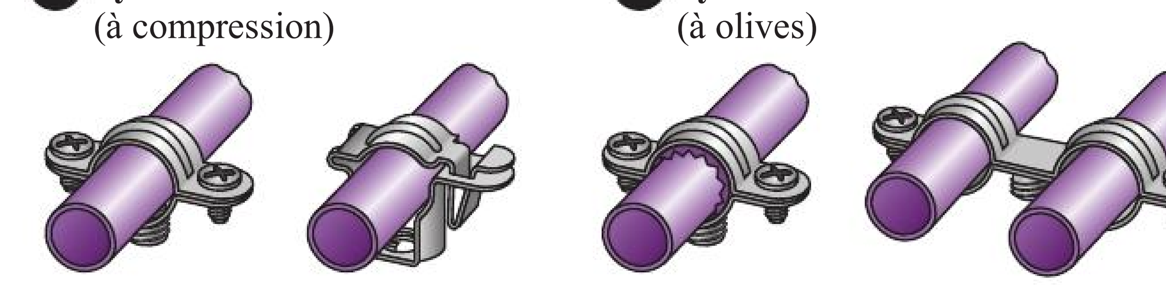


Détail d'un raccord union (assemblage de 2 tubes)

e Assemblage à collet battu

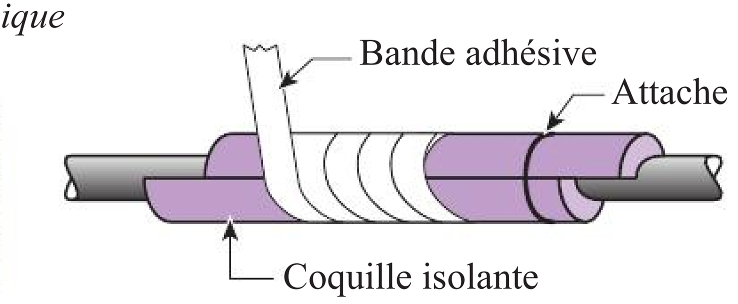


Rosace cônique





f Colliers de fixation



g Calorifugeage

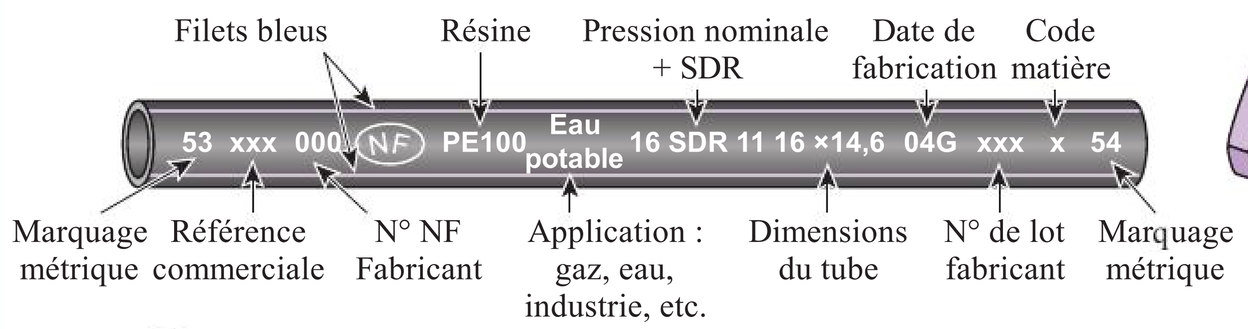
Comment ça marche

Canalisations en PVC, PER et multicouche

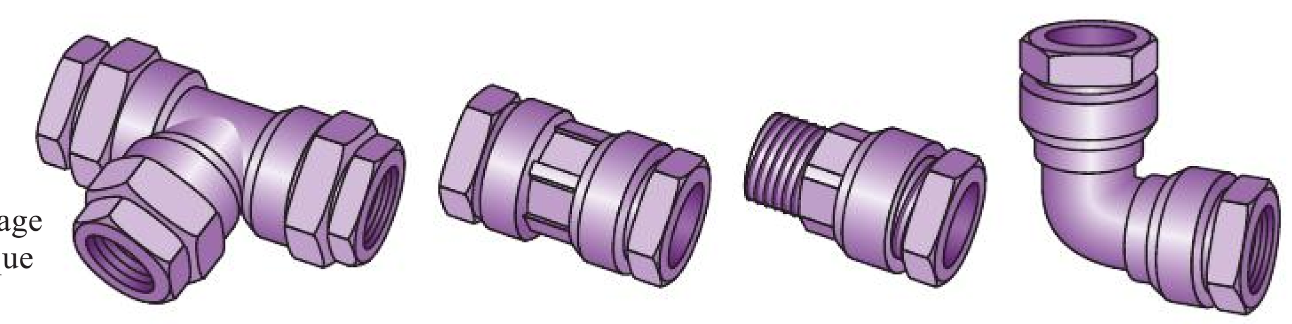
Les tubes en PVC, PER et multicouche sont de plus en plus utilisés pour la distribution d'eau chaude et d'eau froide sanitaire. Leur mise en œuvre est facile et rapide ; ils offrent un confort acoustique amélioré, retiennent bien la chaleur et évitent les risques de corrosion. Les tubes en polyéthylène noir à filet bleu sont résistants au gel. Utilisés pour l'adduction d'eau, ils sont de qualité « eau potable » et n'altèrent pas le goût de l'eau.

Tubes en polyéthylène noir

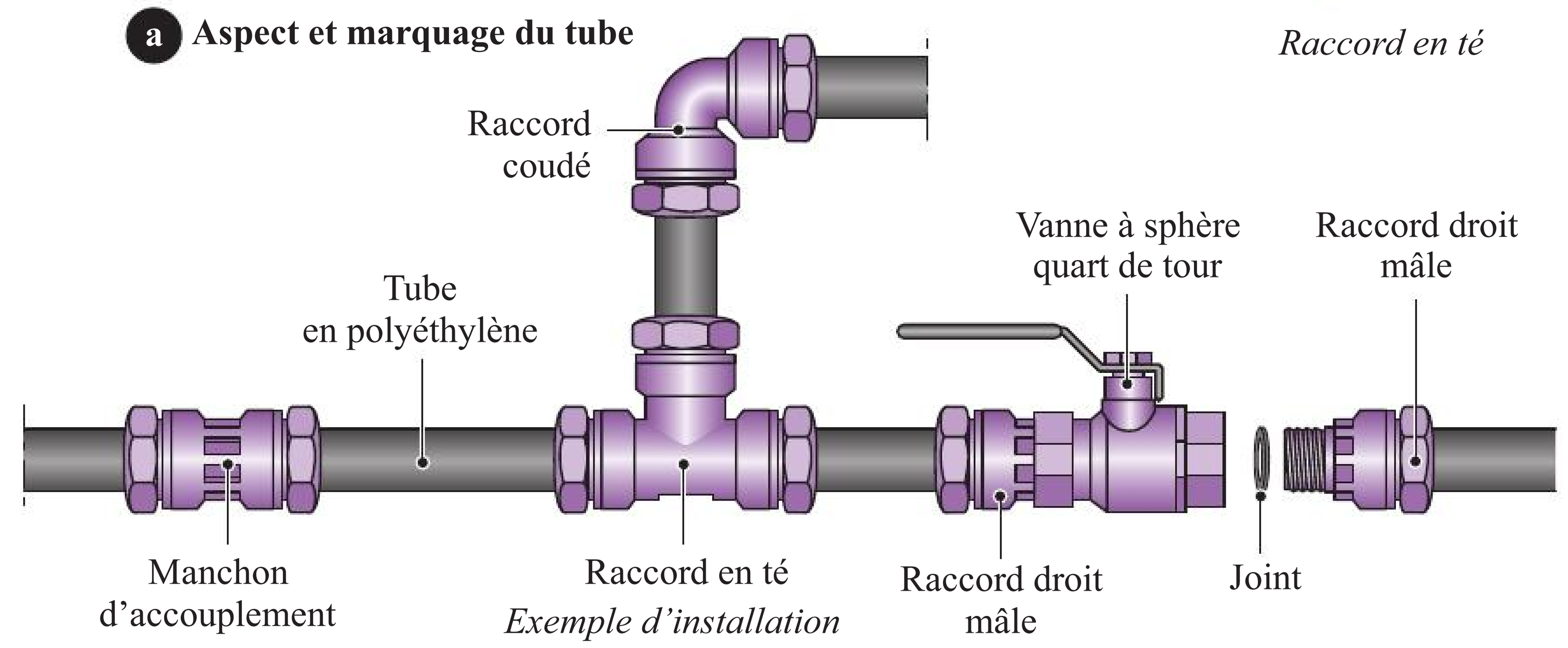
Les tubes en polyéthylène semi-rigides noirs à filet bleu (a), d'un diamètre de 20, 25 ou 32 mm, sont mis en œuvre apparents ou enterrés pour l'adduction d'eau potable froide (< 40 °C) avant et après le compteur. L'assemblage des tuyaux s'effectue au moyen de raccords droits, en té, coudés, etc. (b) serrés sur le tube au moyen d'un écrou et d'une bague en laiton (c).



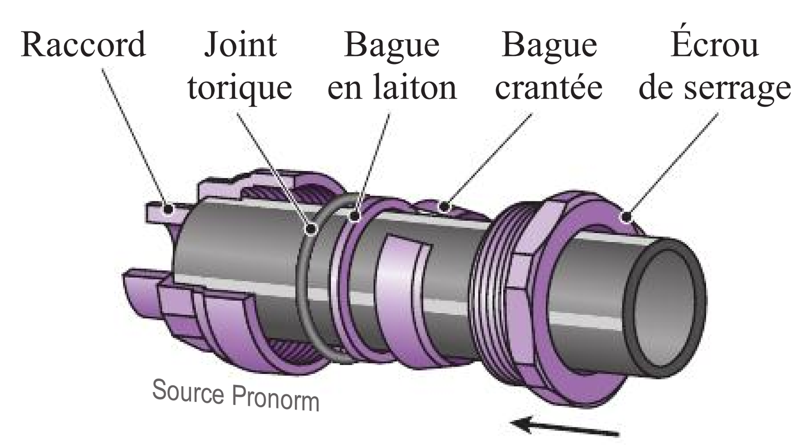
a Aspect et marquage du tube



b Raccords en laiton



Exemple d'installation

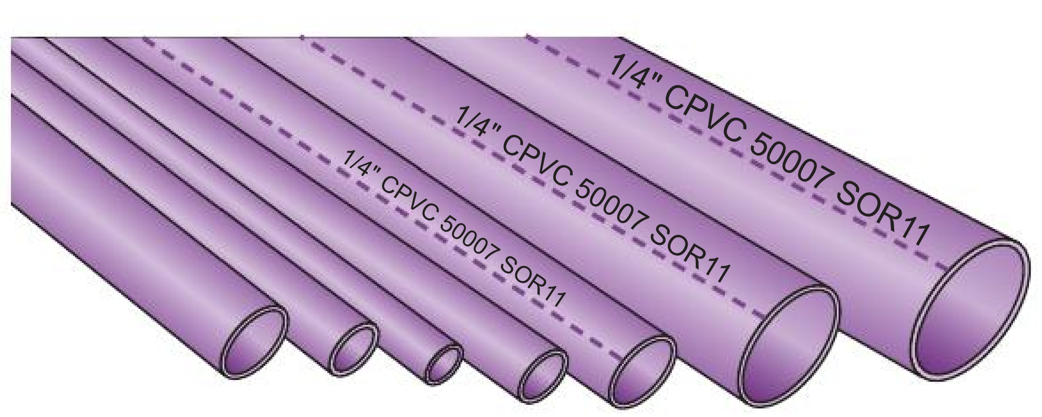


Éléments d'un raccord

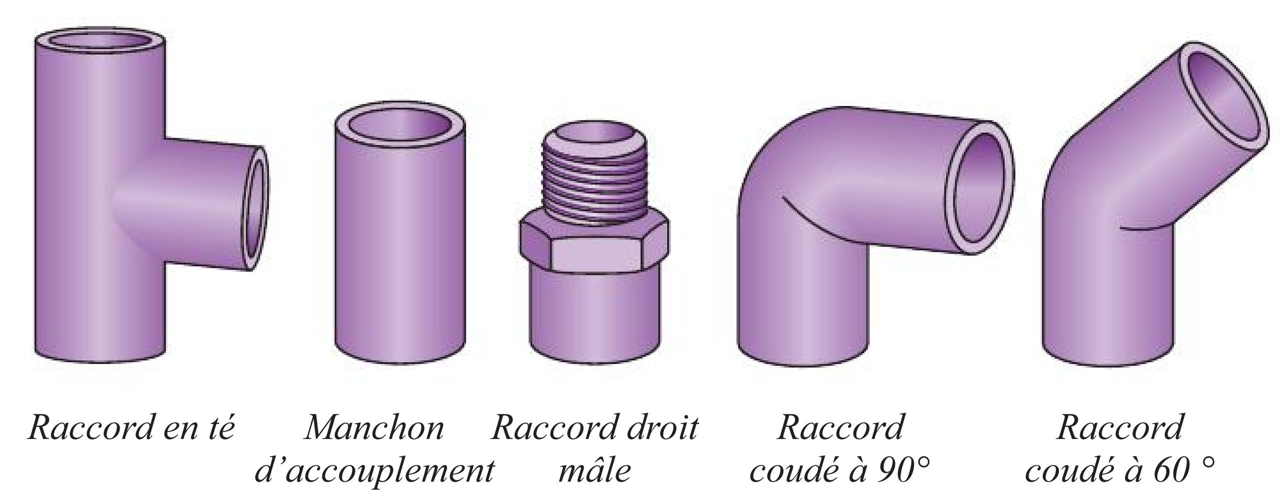
c Montage par serrage des raccords sur le tube

Tubes en PVC pression

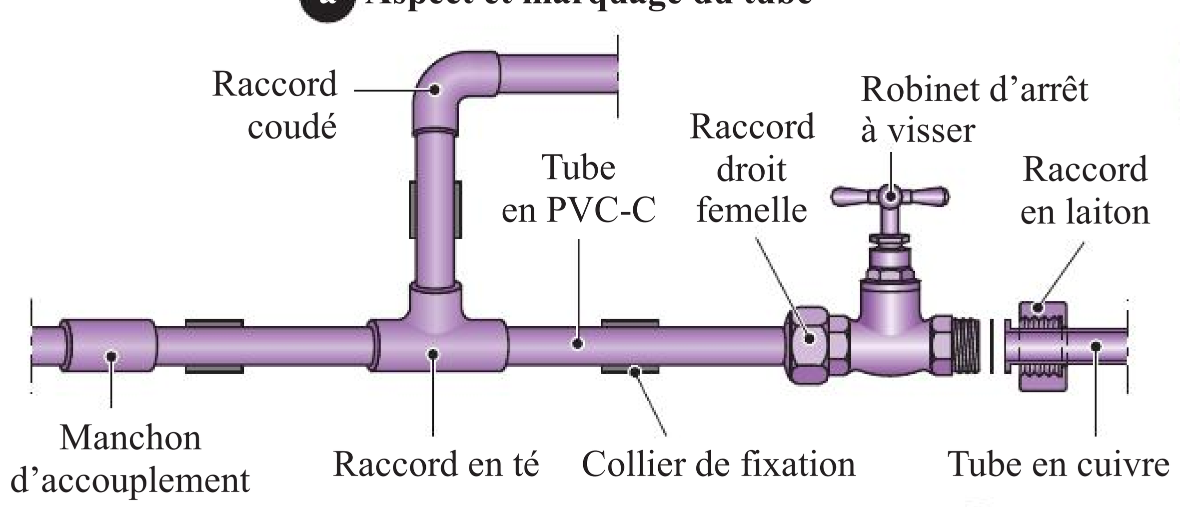
Le PVC pression (CPVC ou PVC-C) est peu sensible aux incrustations de calcaire. D'un diamètre de 14, 16 ou 20 mm, il est mis en œuvre apparent ou encastré pour les alimentations en eau froide et chaude (a). L'assemblage des tuyaux s'effectue au moyen de raccords droits, en té, coudés, etc. (b) collés sur le tube au moyen d'un polymère qui fusionne les éléments entre eux (c).



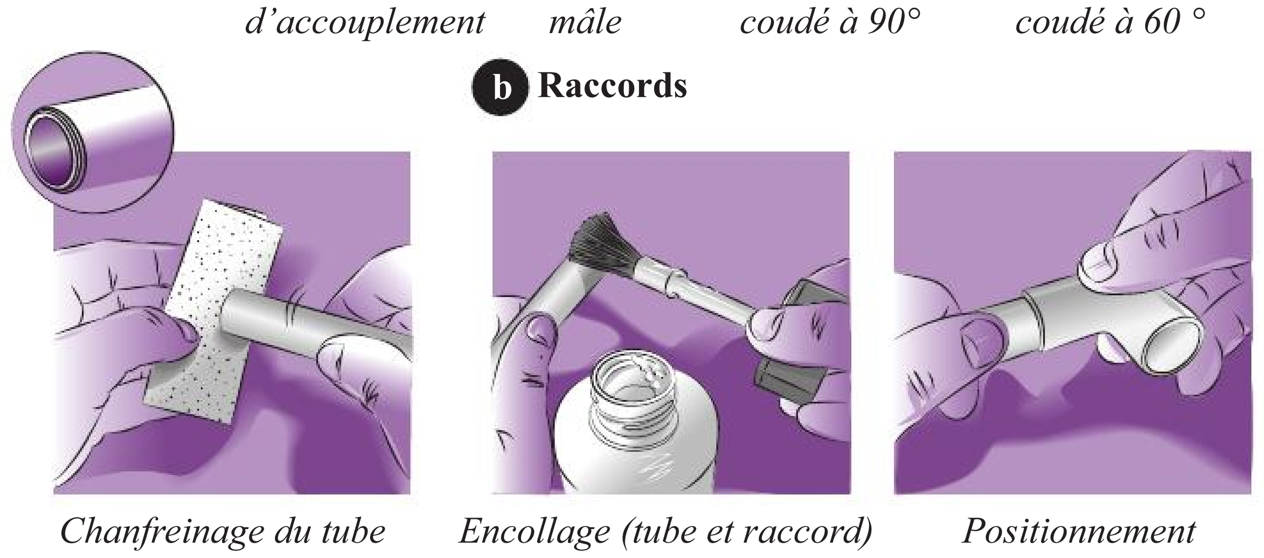
a Aspect et marquage du tube



b Raccords



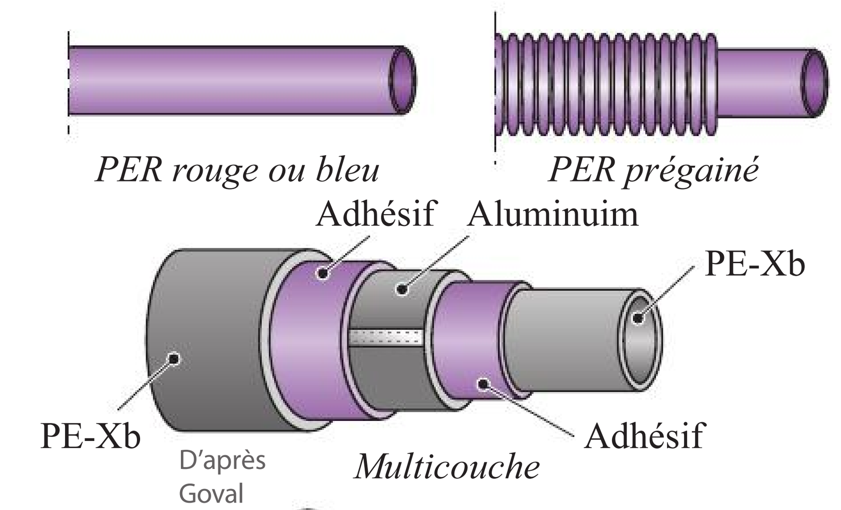
Exemple d'installation



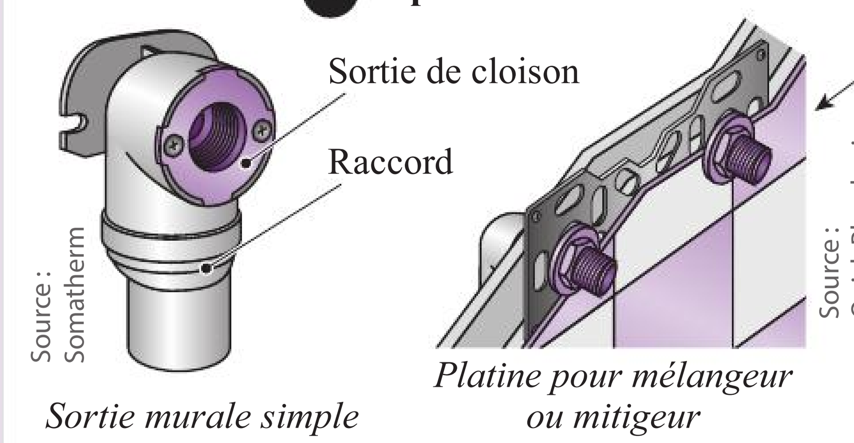
c Montage par collage des raccords sur le tube

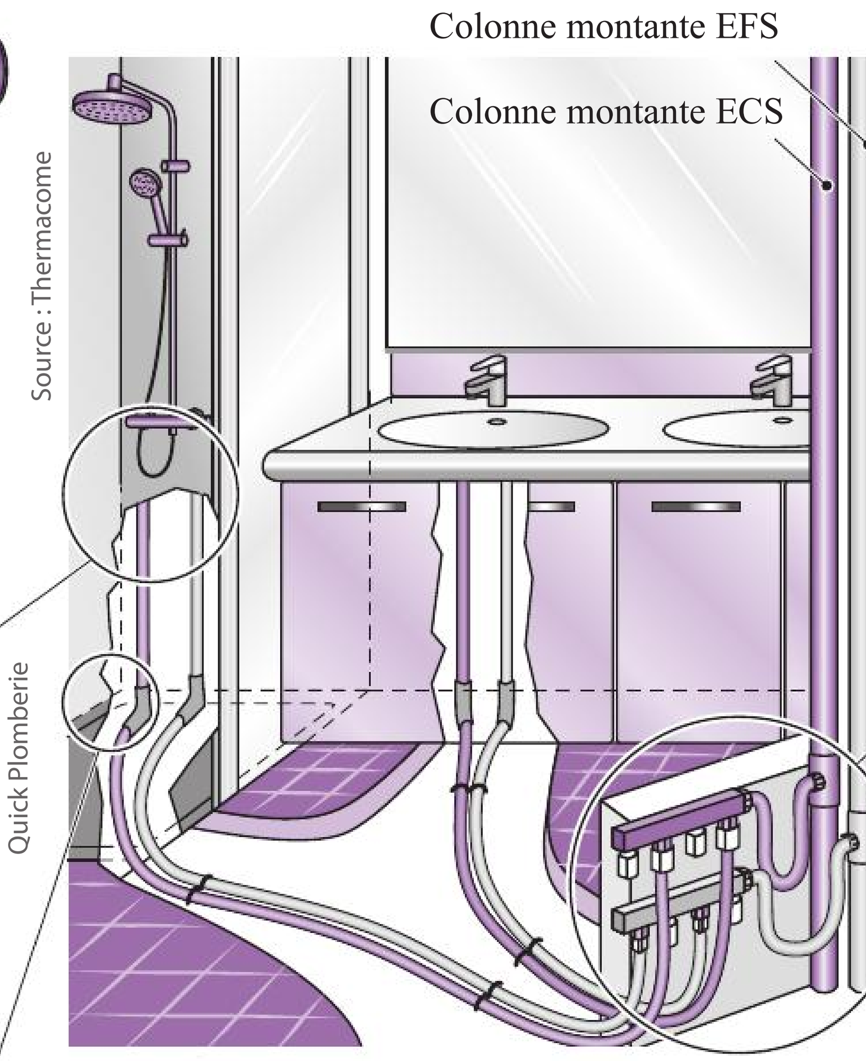
Tubes en PER et multicouche

Les tubes en PER (polyéthylène réticulé) ou en multicouche (a) sont utilisés en construction neuve ou en rénovation pour les installations encastrées, dites hydrocâblées, d'alimentation en eau chaude ou froide (b) et de chauffage central. Des nourrices - ou collecteurs - (c) permettent d'alimenter chaque poste de puisage par son propre tube. Des accessoires (sorties de dalles ou de cloisons à 90°, sorties murales, platines, colliers, etc.) permettent la fixation et le raccordement aux appareils sanitaires (d). Plusieurs types de raccords sont distingués :
- à compression (e) : simples, ils nécessitent peu d'outillage mais doivent toujours être accessibles ;
- à glissement (f) : considérés comme indémontables, il est possible de les encastrer dans le sol. Leur mise en œuvre nécessite une pince à évaser et une pince à glissement ;
- à sertir (g) : ce sont les seuls raccords utilisables pour les tubes multicouches. Un modèle différent permet le sertissage des tubes en PER. La douille de sertissage est mise en place à l'aide d'une pince à sertir hydraulique manuelle ou électromécanique.

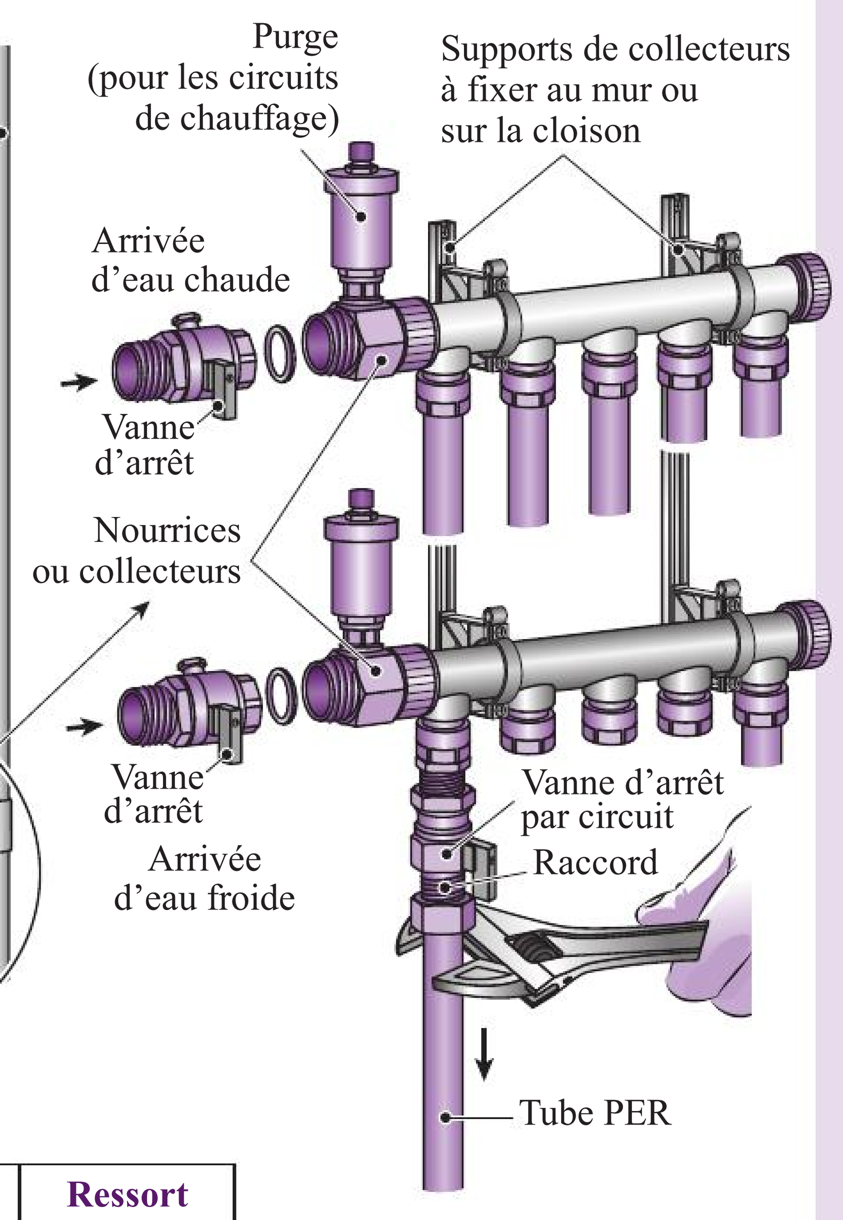


a Aspect des tubes

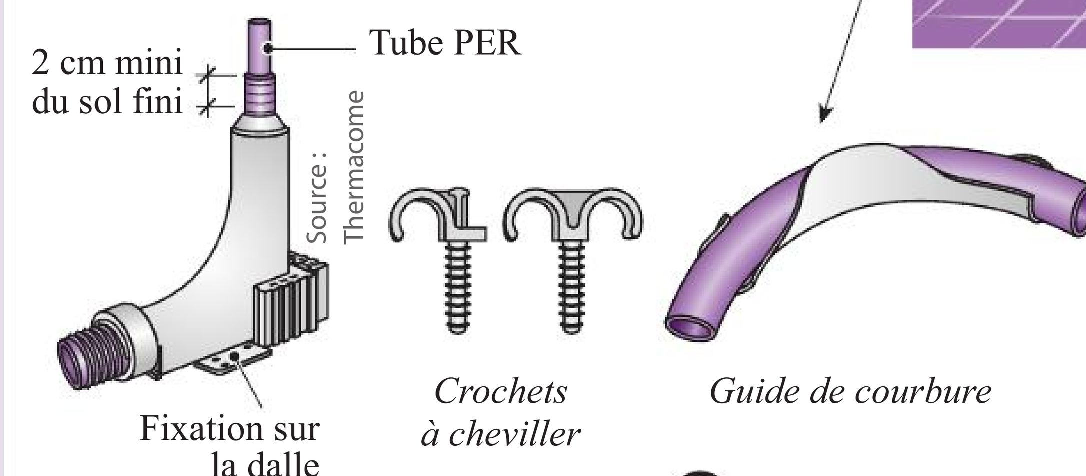




b Installation hydrocâblée



c Nourrices ou collecteurs



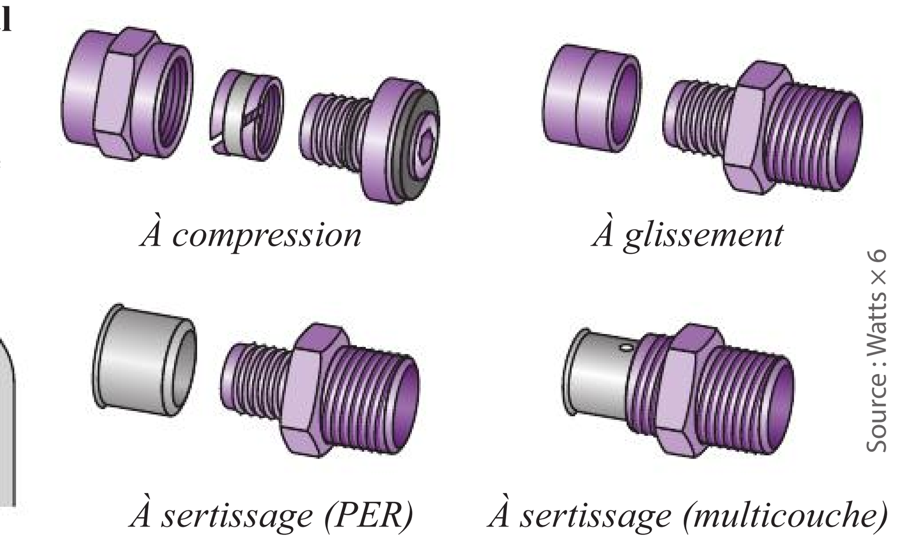
Sortie de chape à 90° (guide le tube hors de la dalle en respectant le rayon de courbure mini.

d Accessoires

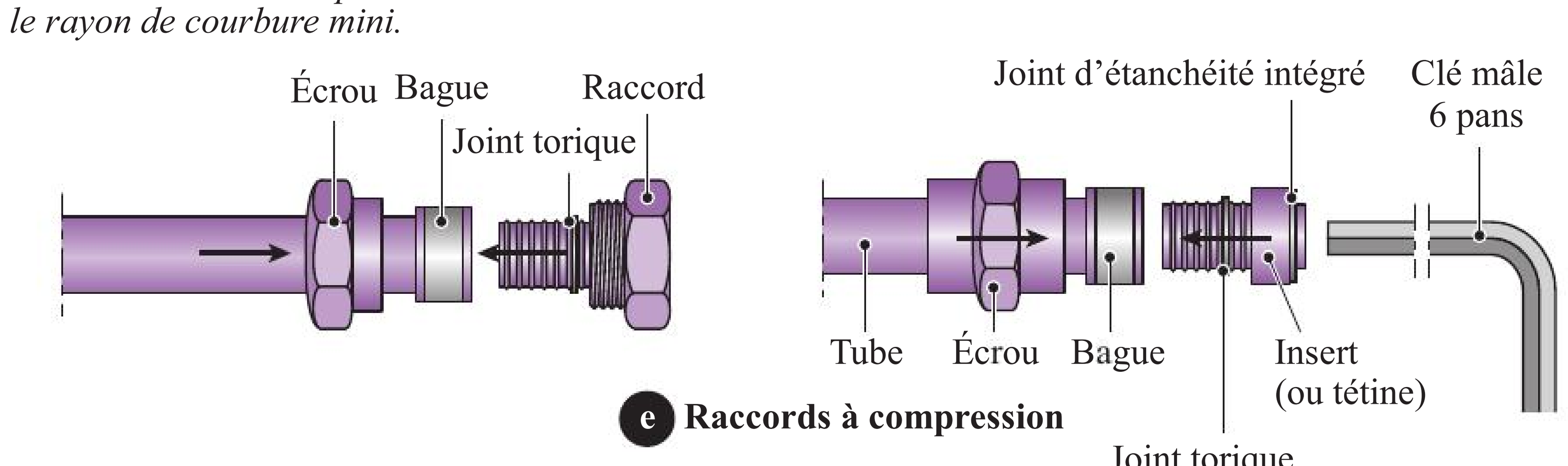
Ø tube	Manuel	Cintreuse	Ressort
16 × 2	5 × Ø = 80	46	4 × D = 64
20 × 2,25	5 × Ø = 100	80	4 × D = 80
25 × 2,5	5 × Ø = 125	83	4 × D = 100
32 × 3	5 × Ø = 160	111	4 × D = 128

Source : Uponor

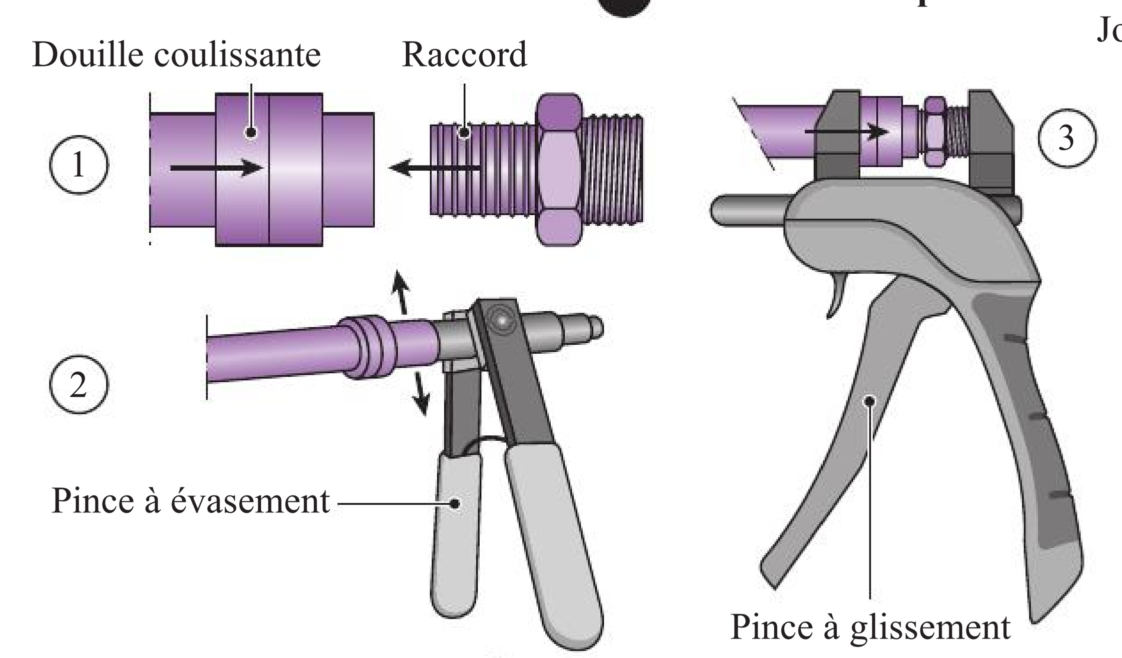
Rayon de cintrage minimal du tube (mm)



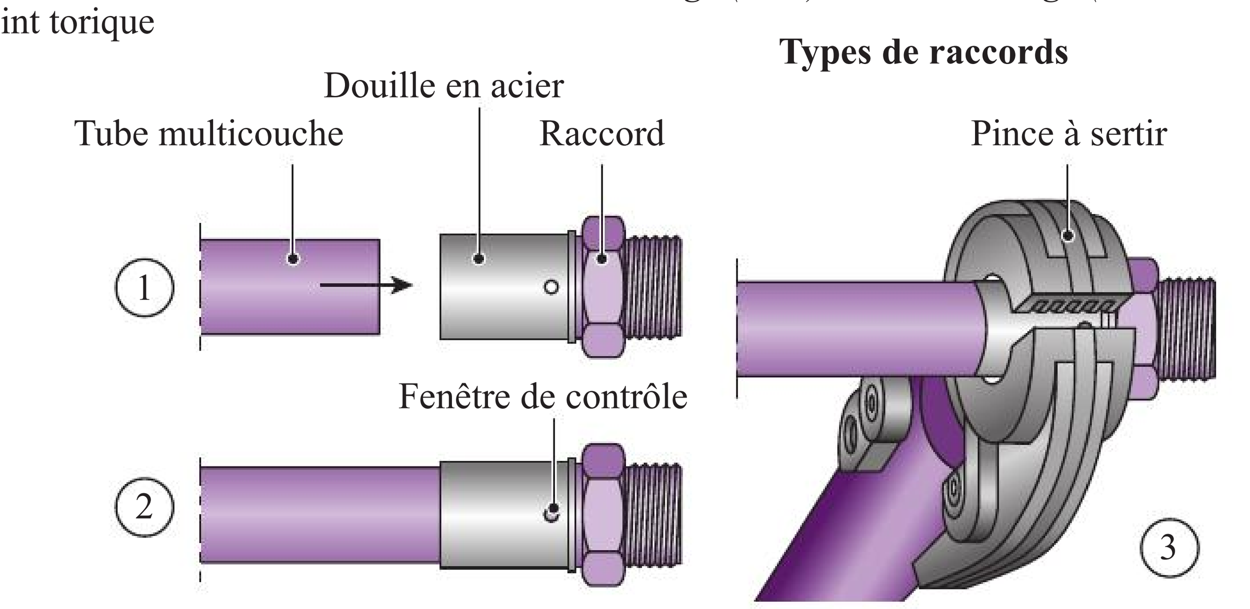
Types de raccords



e Raccords à compression



f Raccords à glissement



g Raccords à sertir

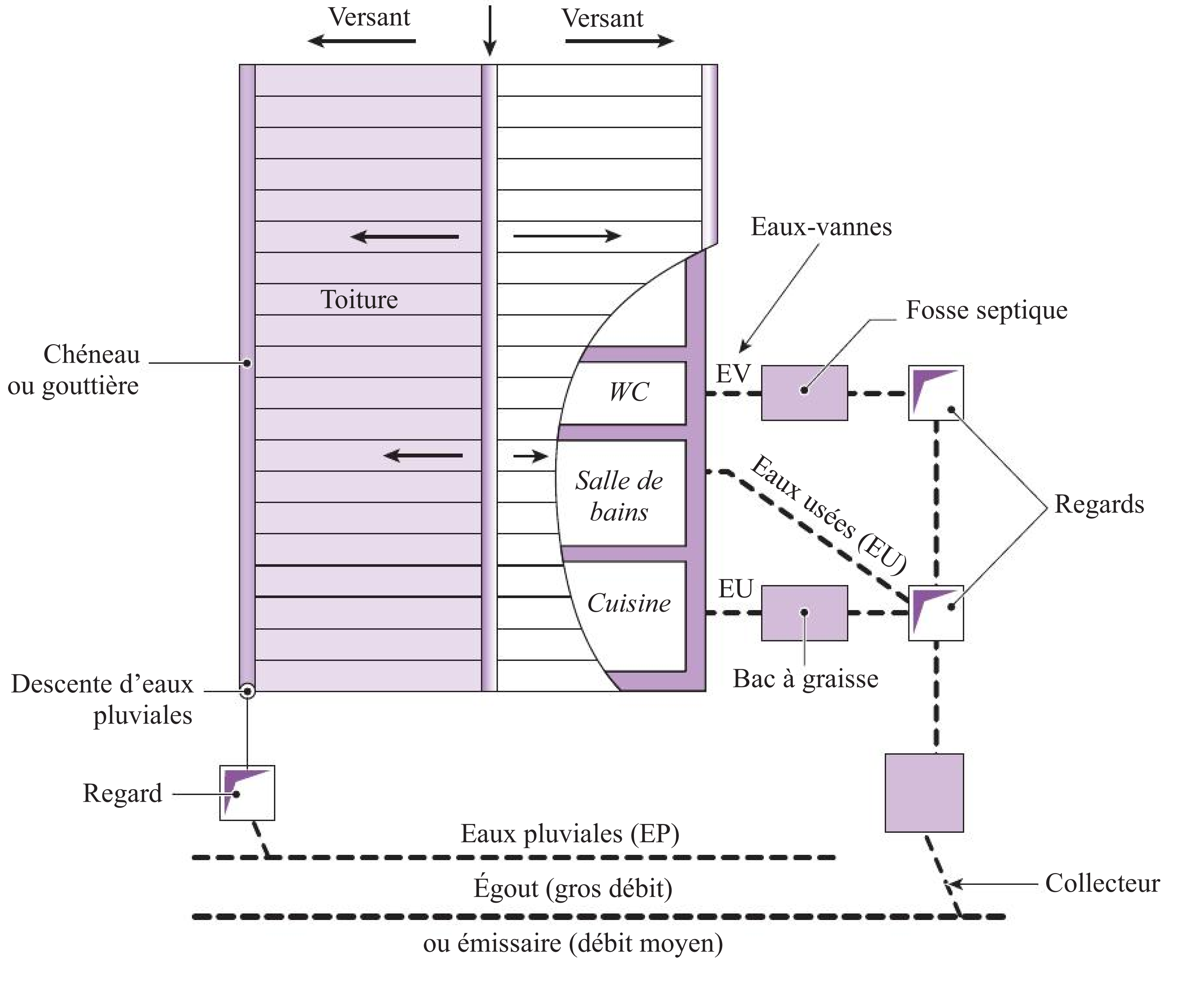
Comment ça marche

Évacuation des eaux

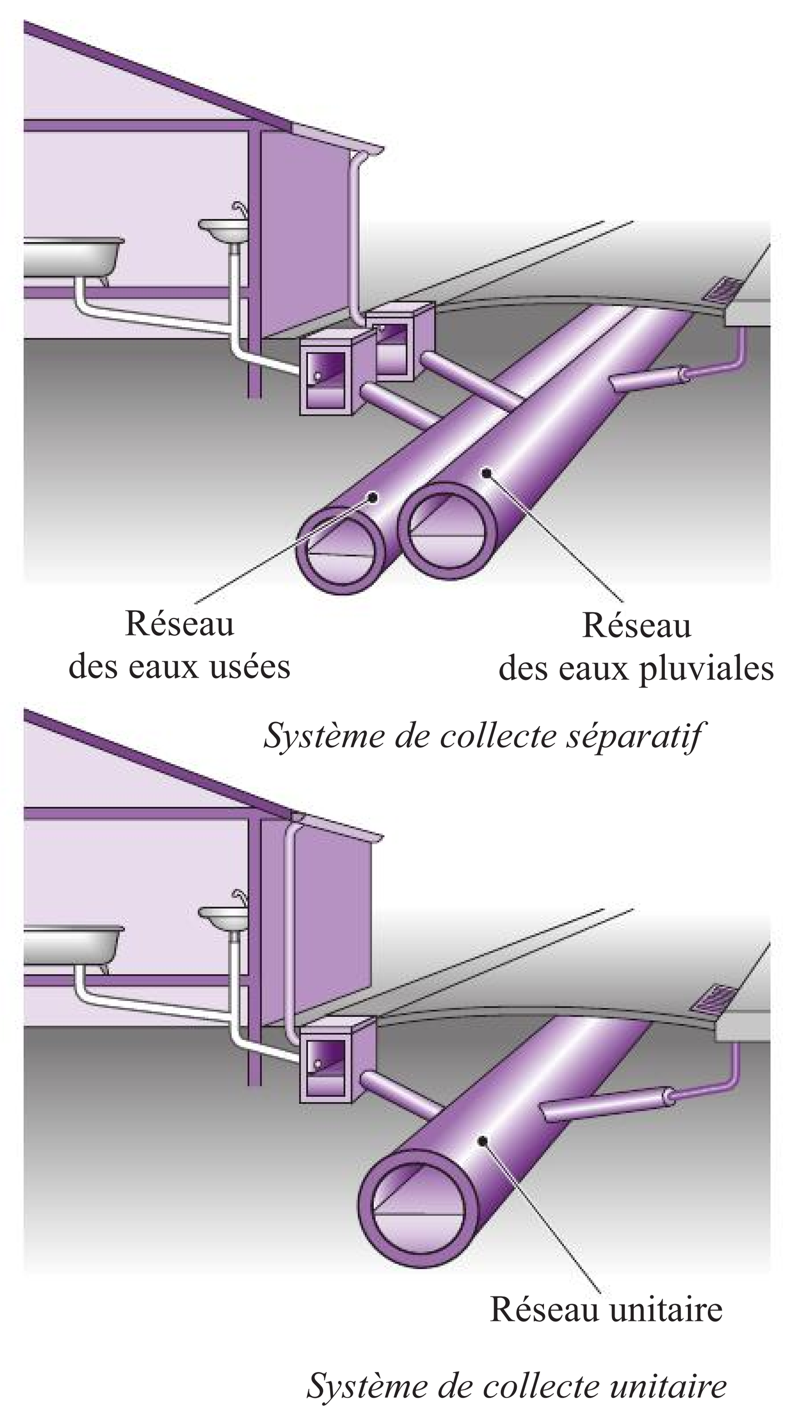
L'assainissement concerne l'ensemble des installations destinées à l'évacuation par voie hydraulique des diverses eaux produites par les occupants des constructions : eaux-vannes (eaux sales provenant des toilettes), eaux usées (eaux sales provenant des salles d'eau et cuisines) et eaux pluviales (eaux de ruissellement provenant des toitures). Les dispositifs d'évacuation constituent une barrière liquide pour éviter les remontées d'odeurs et la ventilation des canalisations est assurée par une mise en dépression avec l'air extérieur.

Principe

Les eaux-vannes, eaux usées et eaux pluviales circulent généralement dans des canalisations différentes à l'intérieur d'un immeuble (a). Pour assurer le bon fonctionnement des dispositifs d'épuration, majoritairement conçus pour traiter les seules eaux usées, le système de collecte est généralement séparatif. Le système unitaire, encore en service dans des communes anciennement assainies, n'est généralement jamais reconduit dans les collectivités nouvelles.



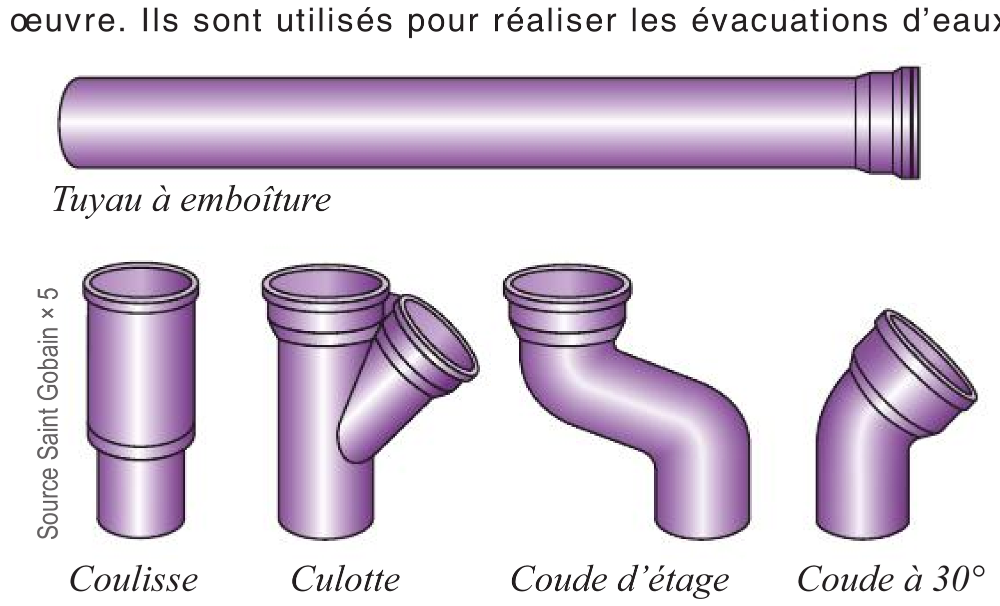
a Système d'évacuation des eaux vu en plan



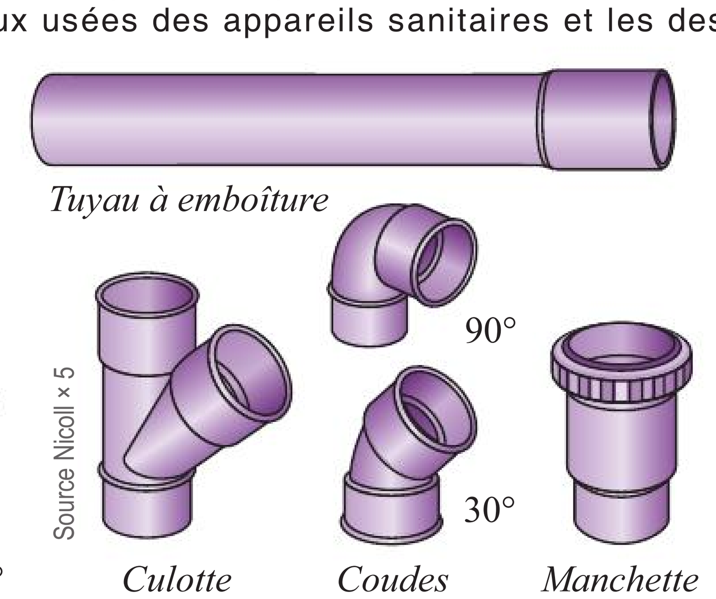
b Système de collecte eaux usées / eaux pluviales

Tuyaux d'évacuation

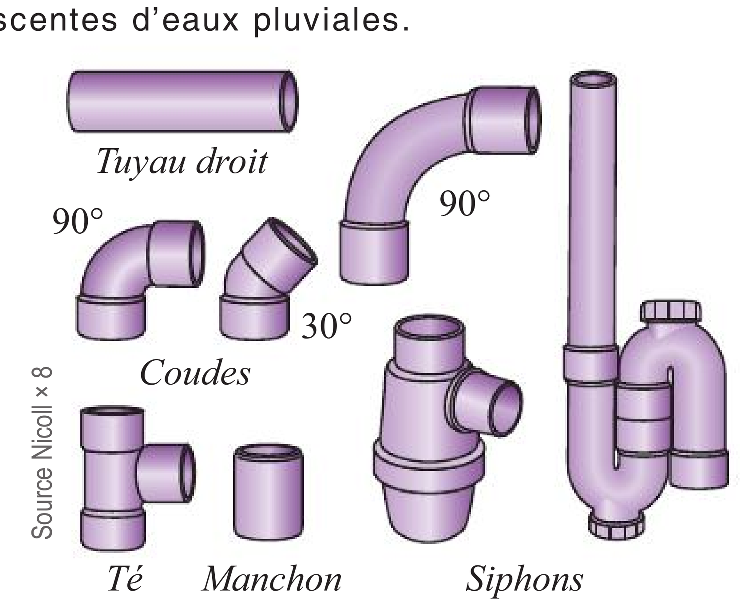
Les tuyaux en fonte (a) sont utilisés pour les collecteurs principaux d'évacuation gravitaire d'eaux usées. Inoxydables et solides, ils permettent un écoulement silencieux. Les tuyaux en PVC (b) et (c), plus bruyants et ayant tendance à se dilater, sont plus légers et aisés à mettre en œuvre. Ils sont utilisés pour réaliser les évacuations d'eaux usées des appareils sanitaires et les descentes d'eaux pluviales.



a Raccords en fonte



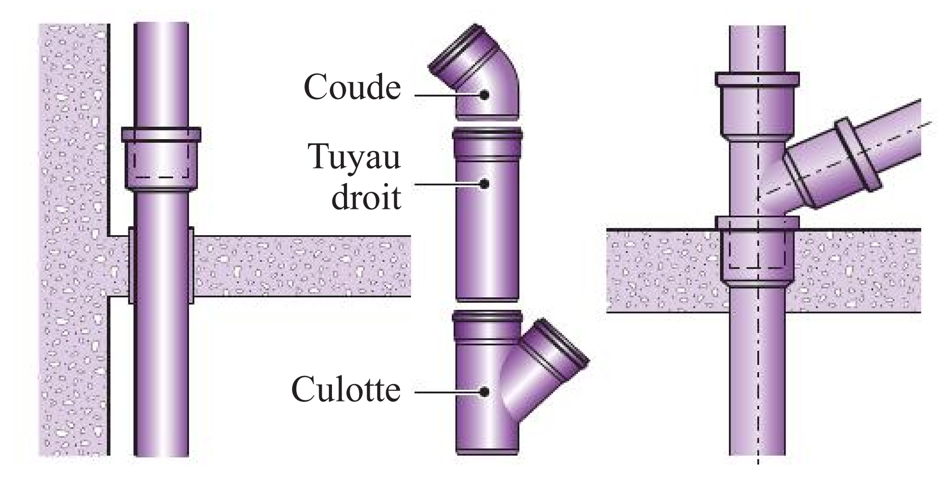
b Raccords PVC (Ø 75 à 140)



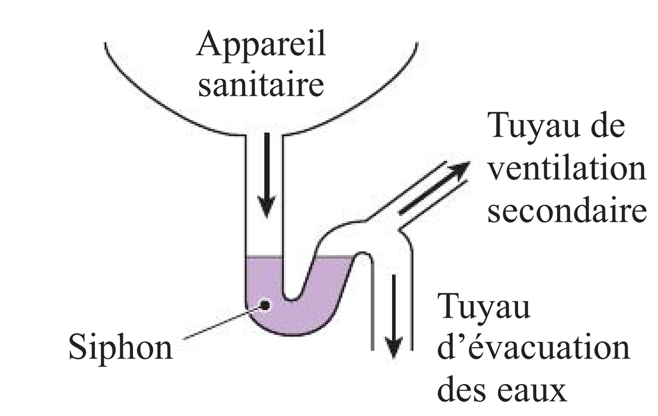
c Raccords PVC (Ø 32 à 63)

Raccordement et ventilation

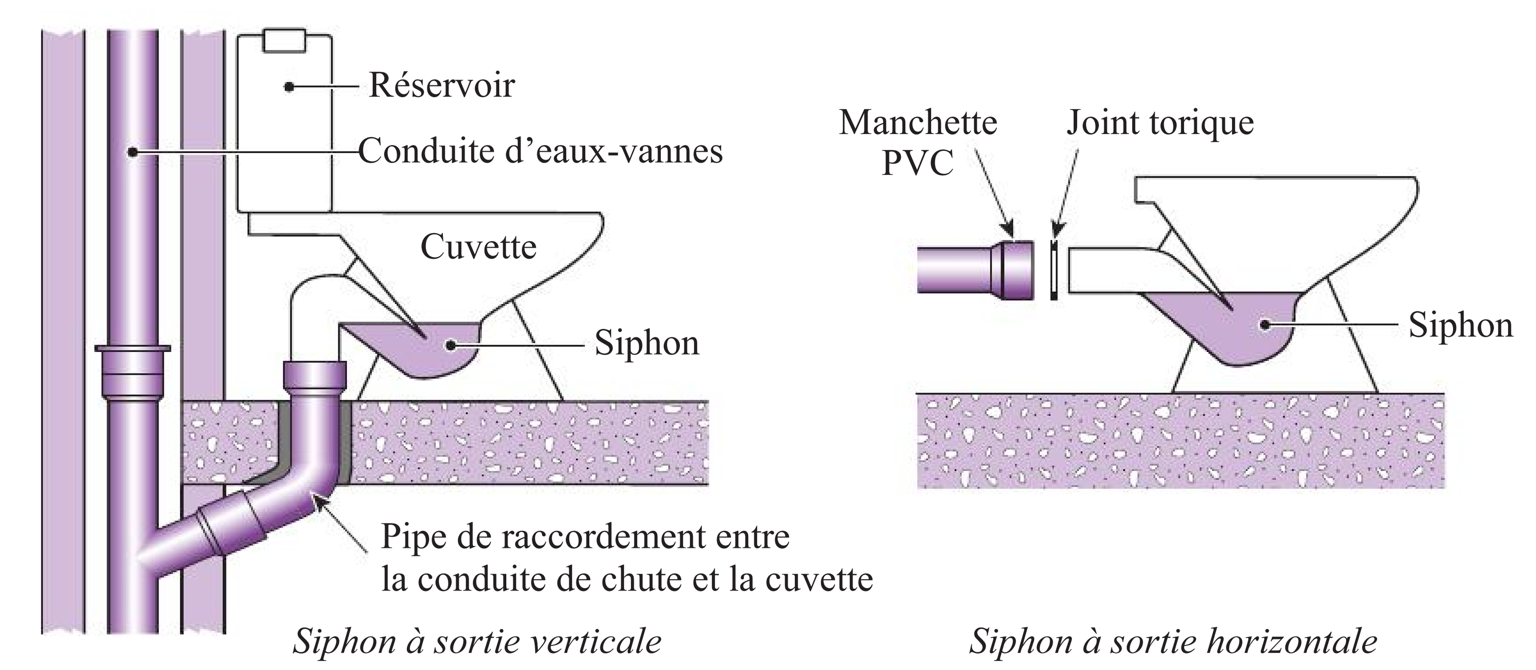
Le réseau d'évacuation des eaux usées doit assurer la vidange des appareils sans bruit ni odeur. Il est réalisé en tuyaux reliés par des pièces d'assemblage : coudes, tés, manchons, etc. (a). Un ensemble de pièces et de joints assure le raccordement aux appareils (b).
Le siphon (c), obligatoire, assure une garde d'eau dans les canalisations qui empêche les remontées d'odeurs depuis l'égout.
Le vidage des siphons entre eux (risque d'aspiration partielle ou totale des siphons des appareils voisins lors du vidage) est évité en installant une ventilation des canalisations qui permet à l'écoulement des masses d'eau d'aspirer l'air extérieur et non l'eau des siphons (d).



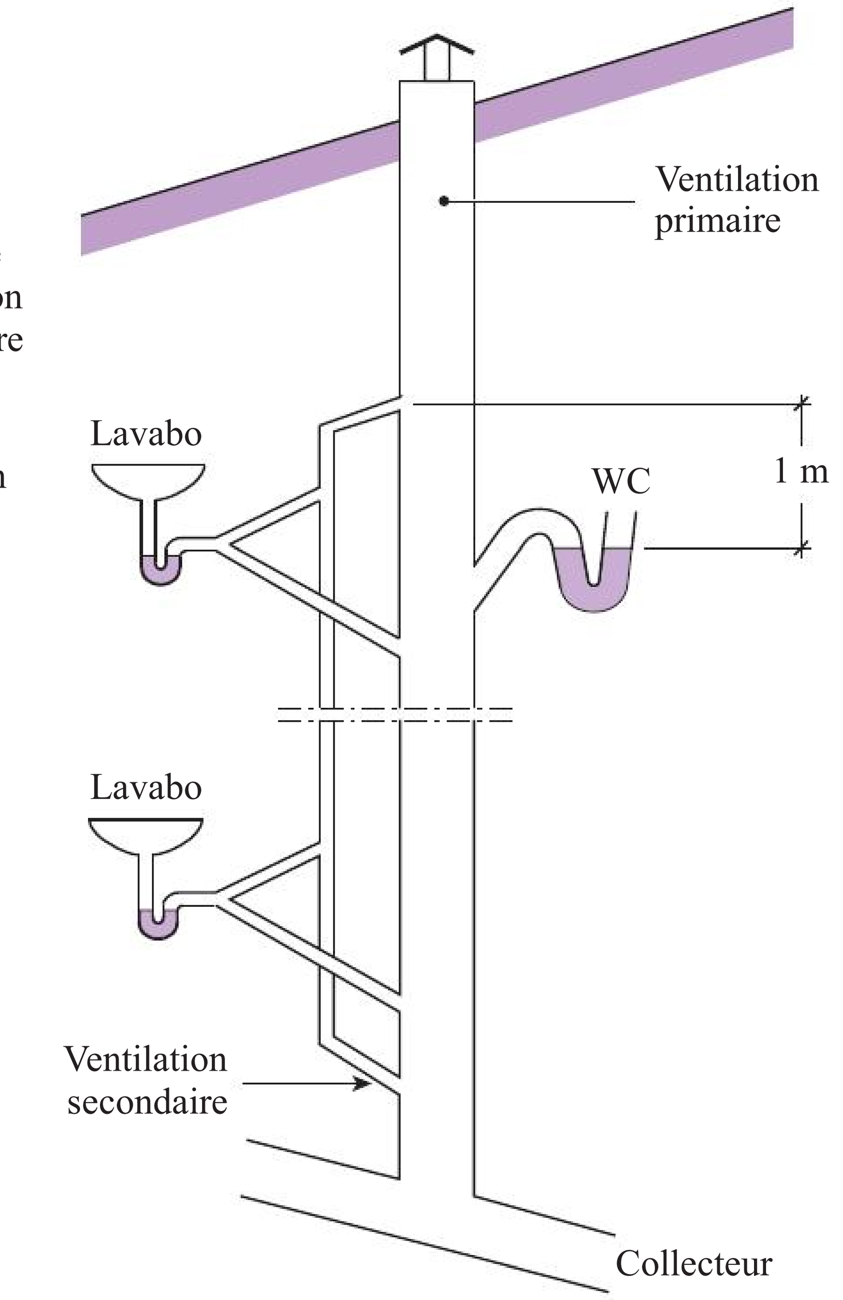
a Tuyaux et pièces d'assemblage



c Principe du siphon



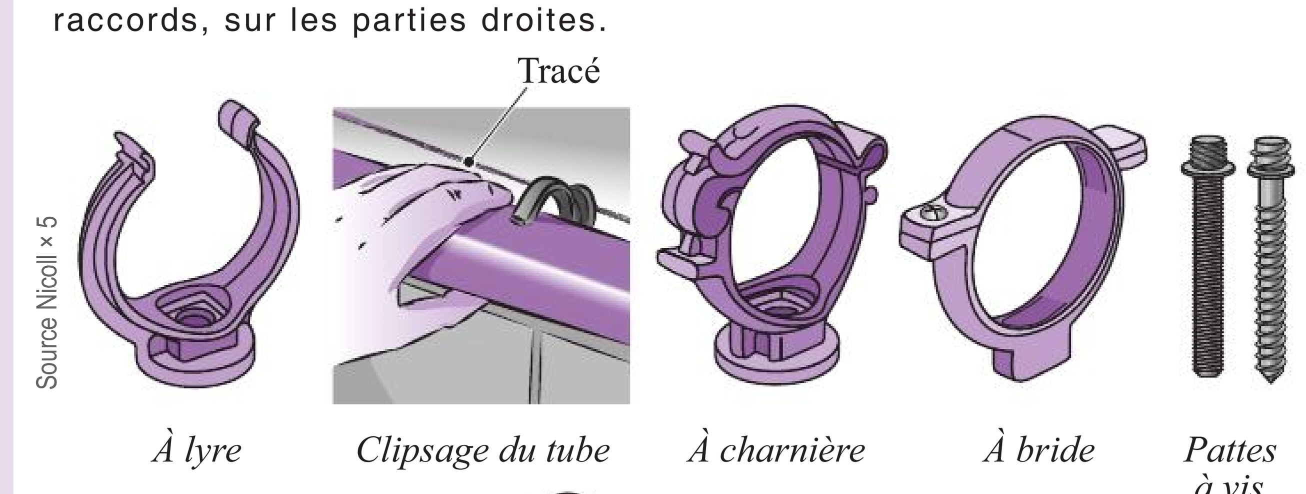
b Raccordement aux appareils sanitaires



d Ventilation

Fixations des tuyaux en PVC

Les colliers en plastique (a) assurent le maintien en saillie des tuyaux PVC sans les serrer afin de permettre leur dilatation. La distance à respecter entre chaque collier dépend du diamètre et de la position de la canalisation (b). Ils doivent être situés à au moins 15 cm des raccords, sur les parties droites.



a Colliers de fixation

	Ø extérieur (mm)	**32-40** **50-63**	**75-90** **100-110** **125-140**	**160** **200** **250**
Espacement entre les colliers (m)	***Canalisations horizontales***	0,50	0,80	1,00
	Canalisations verticales	≤ 2,70	≤ 2,70	≤ 2,70

Source Nicoll

b Distances de fixation des colliers

Diamètre minimal des canalisations

Appareil	Ø intérieur minimal (mm)
Lavabo, lave-mains, bidet	30
Évier, poste d'eau, douche, urinoir	33
Baignoire	33 si $L \leq 1$ m 38 si $L \geq 1$ m
Groupe de sécurité	20 si $L \geq 1$ m 25 sans partie verticale ou si $L < 1$ m
Lave-linge, lave-vaisselle	33
WC à action siphonique (1 m, L)	60 sur une longueur de 1 m 77 au delà de 1 m
WC à chasse directe	80

Source NF DTU 60.11

Production d’eau chaude sanitaire

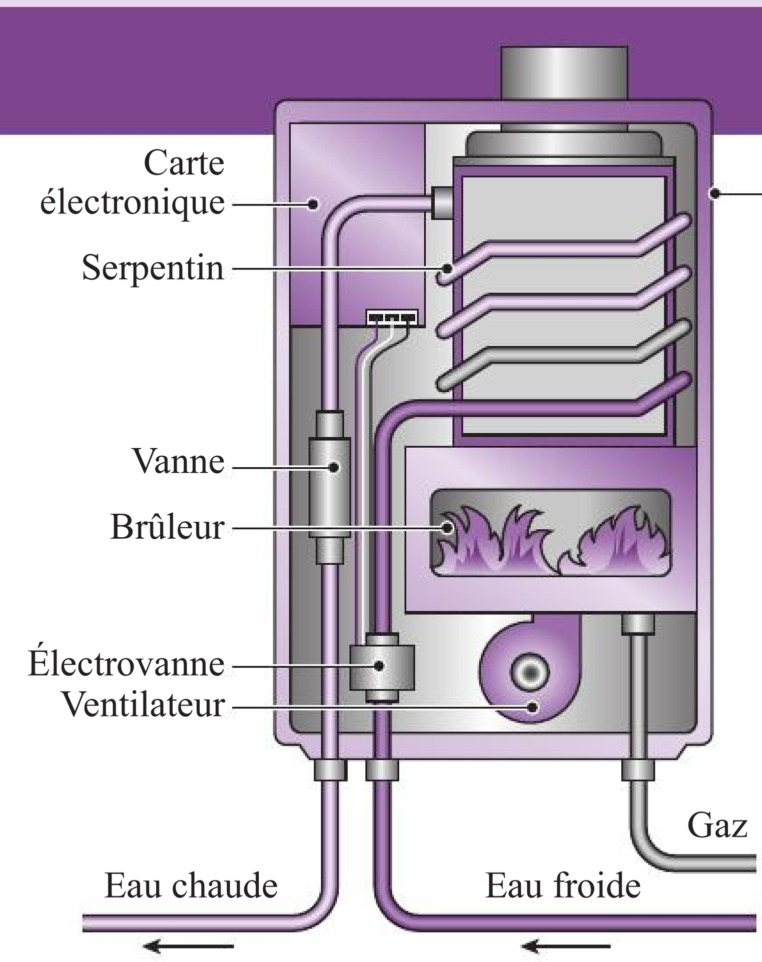
Comment ça marche

L’eau chaude qui alimente les équipements sanitaires et les éviers est un élément important du confort. Les installations de production d’eau chaude sanitaire (ECS) doivent assurer une fourniture suffisante d’eau à une température adaptée malgré des puisages intermittents ou ponctuels importants dus à plusieurs utilisations simultanées. Des systèmes à accumulation permettent de chauffer l’eau aux heures creuses, généralement la nuit en raison du moindre coût de l’électricité.

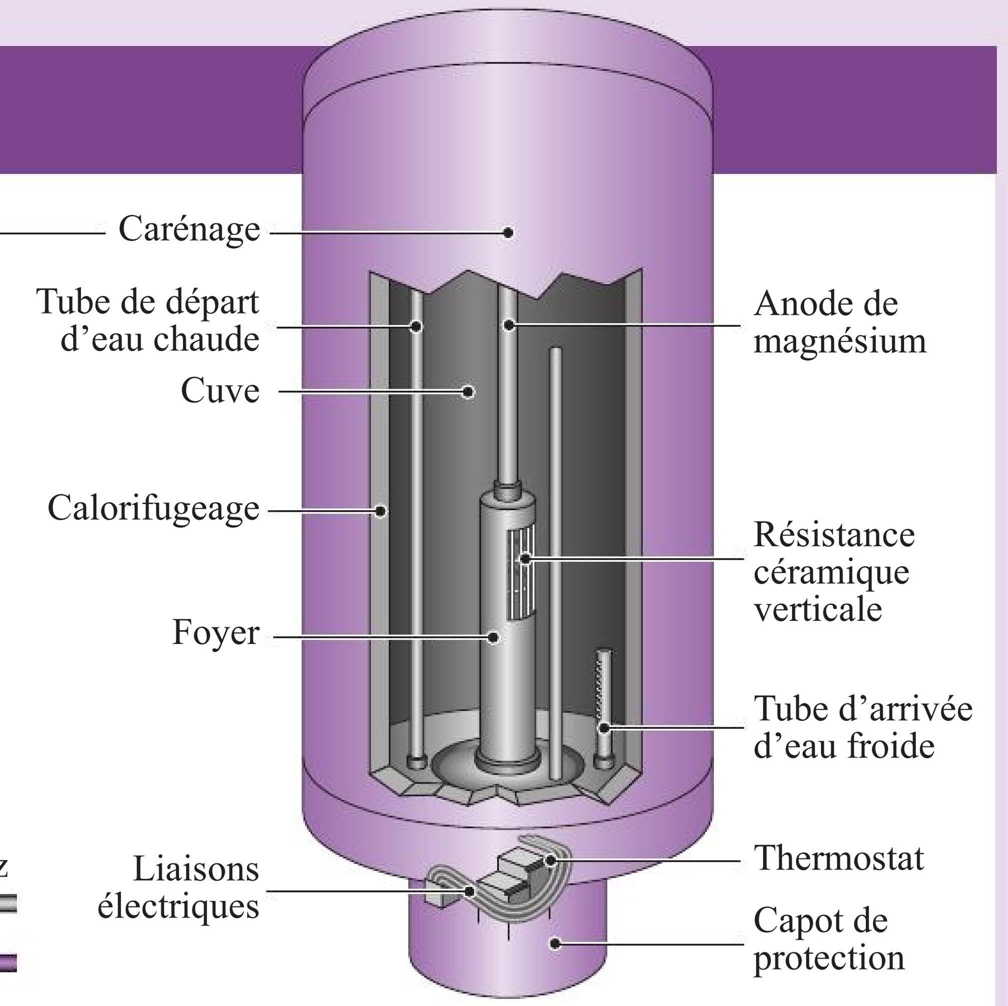
Production d’eau chaude

Trois modes de production d’eau chaude sont distingués :
- la production instantanée (a) qui réchauffe l’eau à la demande (passage dans un serpentin porté à haute température) ;
- la production par accumulation où le chauffage de l’eau est assuré indépendamment du puisage (b). Le temps de chauffage aux heures creuses durant lesquelles l’électricité coûte moins cher est généralement long (4 à 6 h) ;
- la production par semi-accumulation qui met en œuvre un réservoir tampon constituant une réserve d’eau chaude, alimenté par le système de chauffe dès que la température de l’eau baisse lors du puisage.

Un système de production d’eau chaude sanitaire peut utiliser le gaz, le fuel ou l’électricité. Il peut être également couplé à un chauffage central.



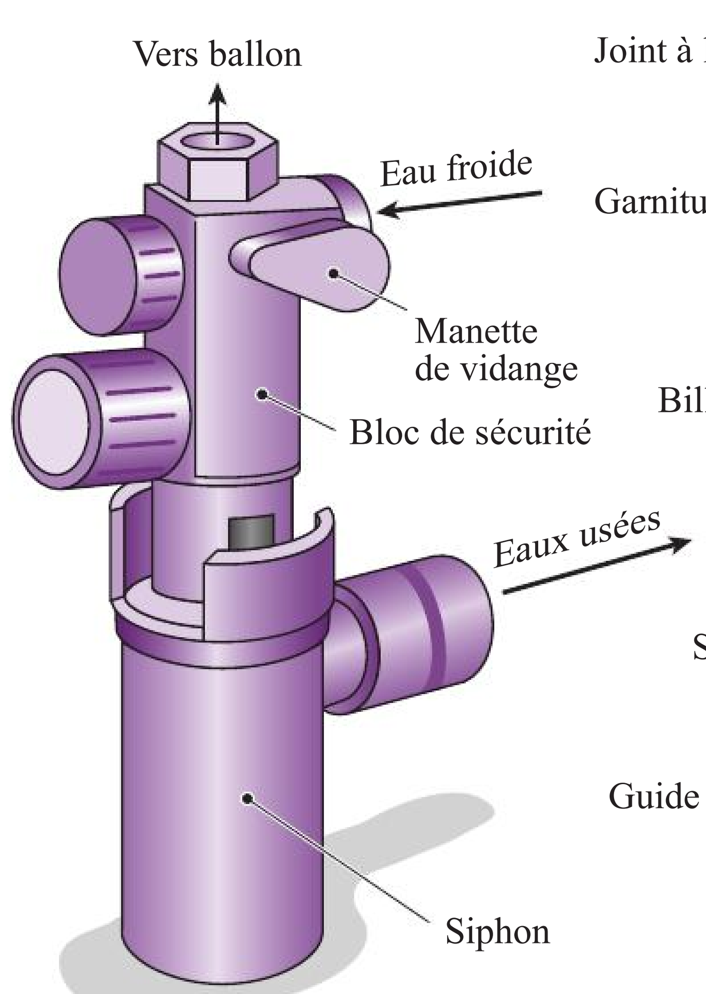
a Chauffe-eau instantané à gaz



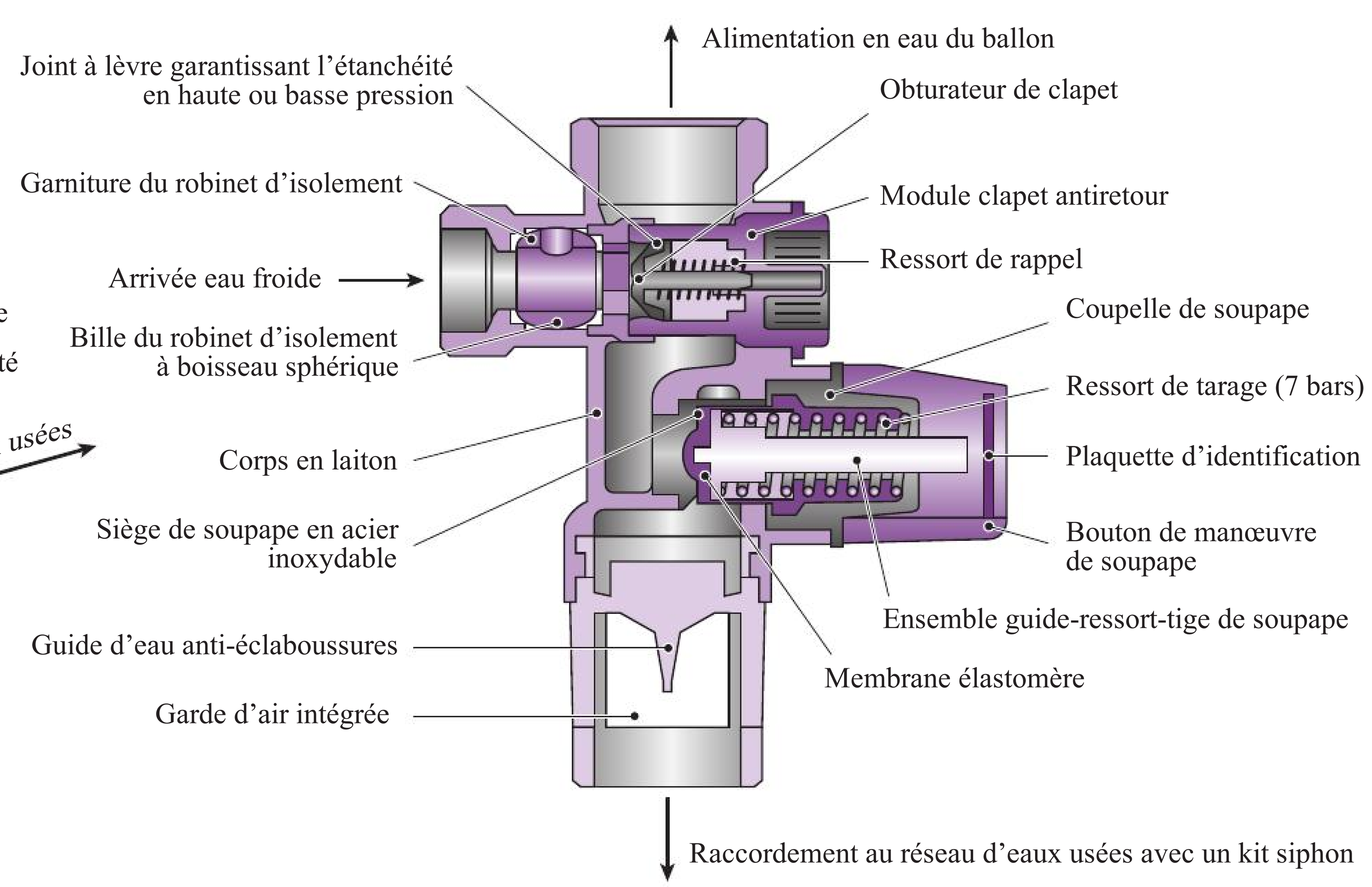
b Ballon électrique à accumulation

Bloc de sécurité

Le bloc de sécurité (a), installé sur l’alimentation en eau froide d’un ballon électrique, assure quatre rôles :
- il protège le ballon contre les excès de pression en cas de surchauffe accidentelle grâce à une soupape de sécurité réglée à 7 bars (b) ;
- il isole le ballon électrique du circuit d’alimentation en eau froide au moyen d’un robinet d’arrêt intégré ;
- il évite le retour de l’eau chaude dans le circuit d’alimentation en eau froide au moyen d’un clapet antiretour dès que la pression dans le ballon devient supérieure à celle du circuit d’alimentation en eau froide ;
- il permet la vidange du ballon au moyen d’une soupape de sûreté qui peut être actionnée manuellement.



a Bloc de sécurité



b Détail du système de sécurité

Raccordement d’un ballon électrique à accumulation

Le raccordement hydraulique d’un ballon électrique à accumulation est assuré par :
- une canalisation d’arrivée d’eau froide sur laquelle est placé un groupe de sécurité ;
- une canalisation d’évacuation des eaux usées raccordée au groupe de sécurité ;
- une canalisation de départ d’eau chaude vers l’installation sanitaire.

Le circuit d’alimentation électrique doit comporter un dispositif de mise sous tension en heures creuses, être protégé par un disjoncteur différentiel de 30 mA et un disjoncteur modulaire adapté.

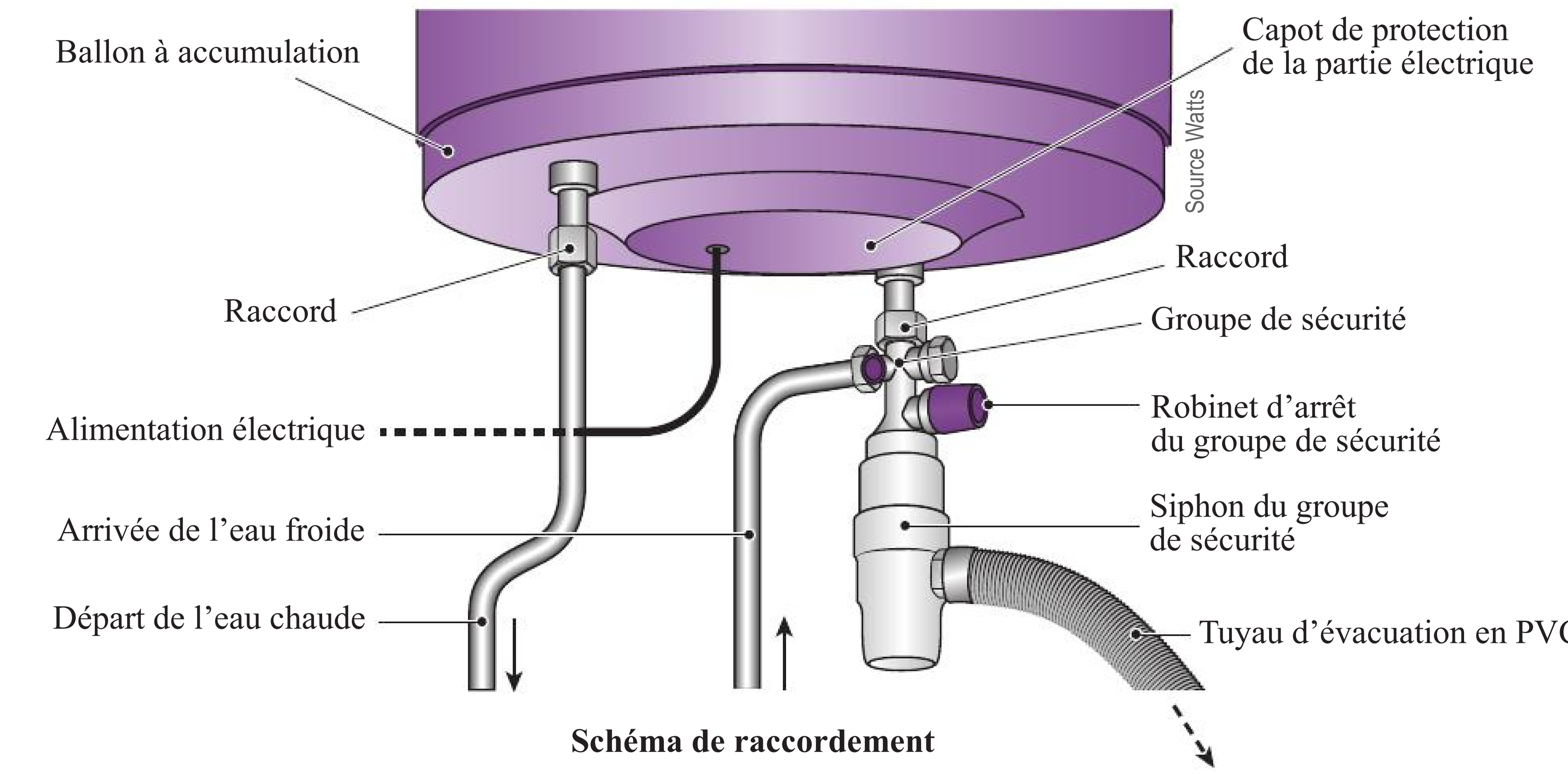
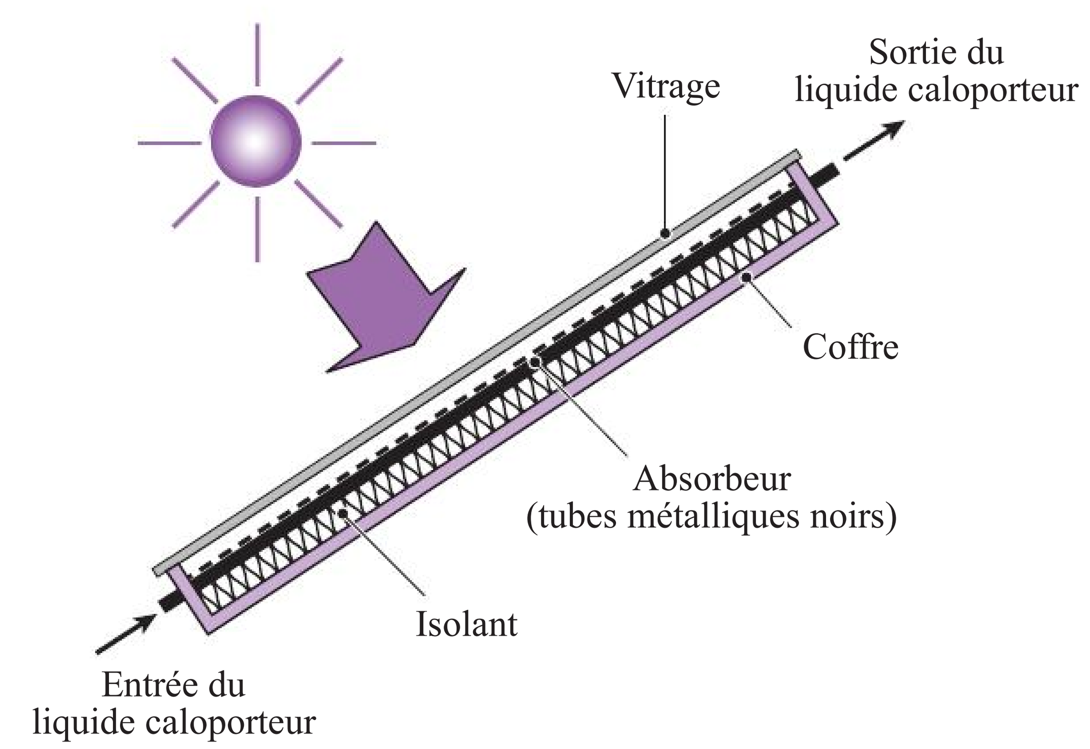


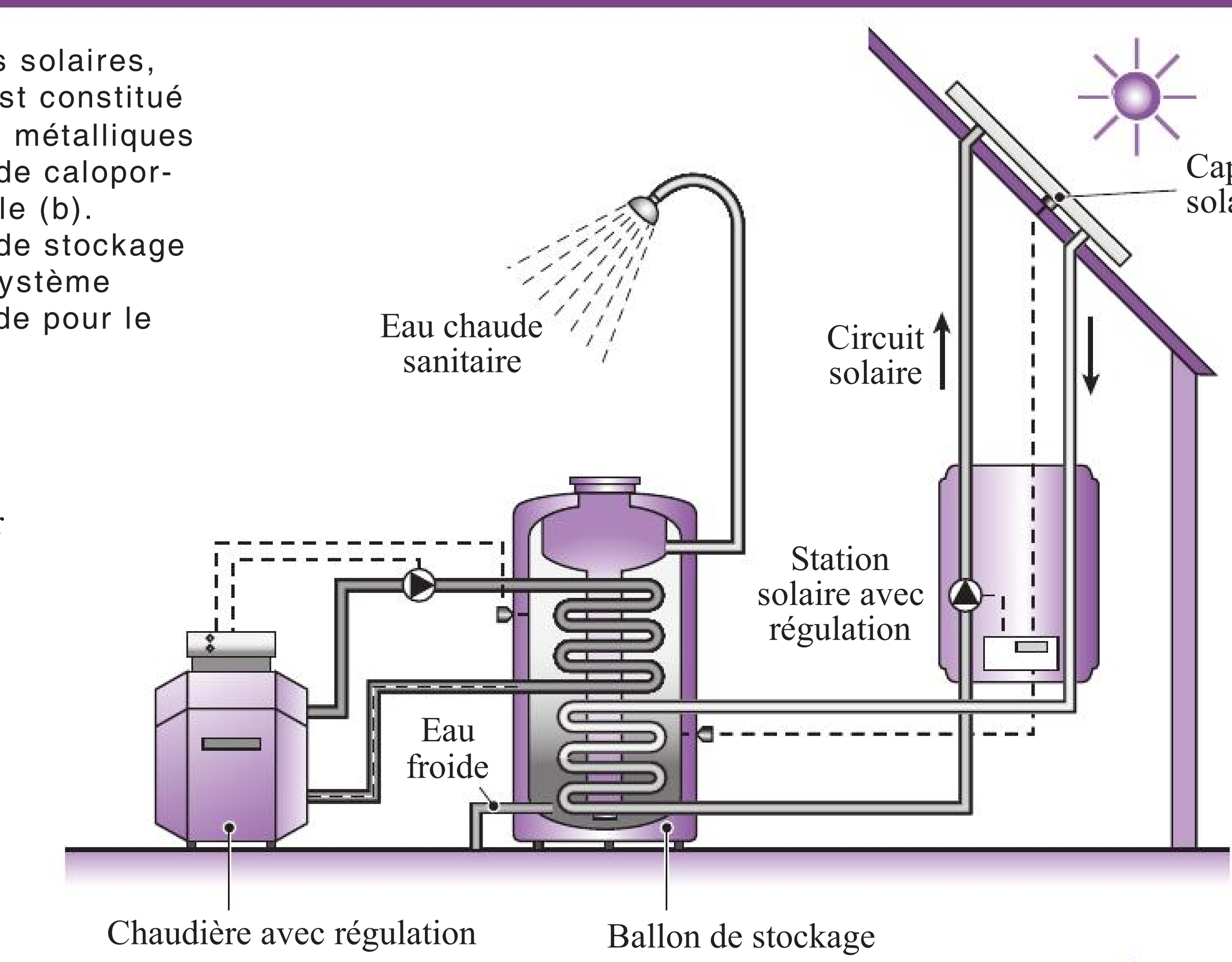
Schéma de raccordement

Chauffe-eau solaire

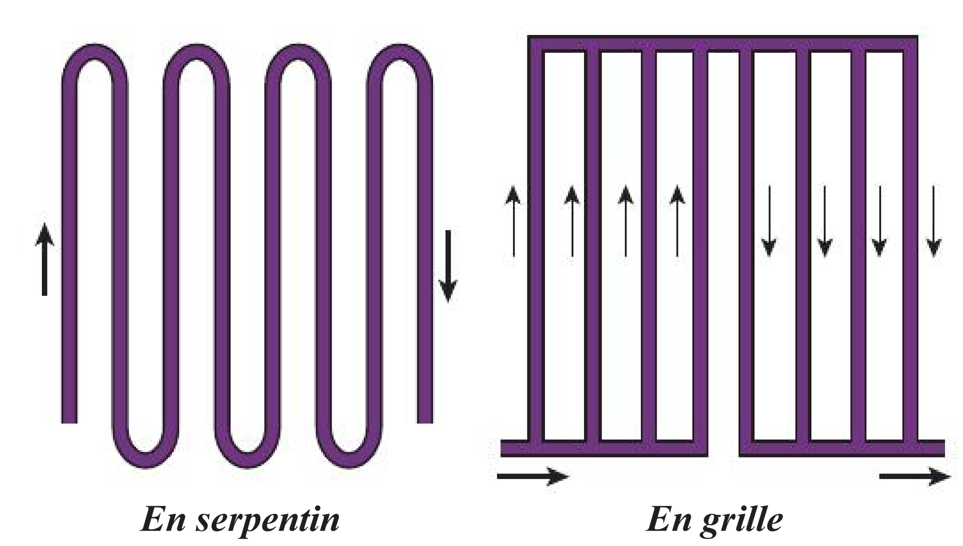
Un équipement de chauffe-eau solaire comprend des capteurs solaires, inclinés entre 30 et 60 ° et orientés au sud (a). Ce système est constitué d’un coffre rigide et vitré dans lequel une plaque et des tubes métalliques noirs absorbent le rayonnement solaire pour chauffer un liquide caloporteur. Ces tubes peuvent être disposés en serpentin ou en grille (b). L’équipement fournit de l’eau chaude par le biais d’un ballon de stockage et d’un chauffe-eau d’appoint (électrique ou au gaz) (c). Un système combiné produit à la fois l’eau chaude sanitaire et l’eau chaude pour le chauffage (d).



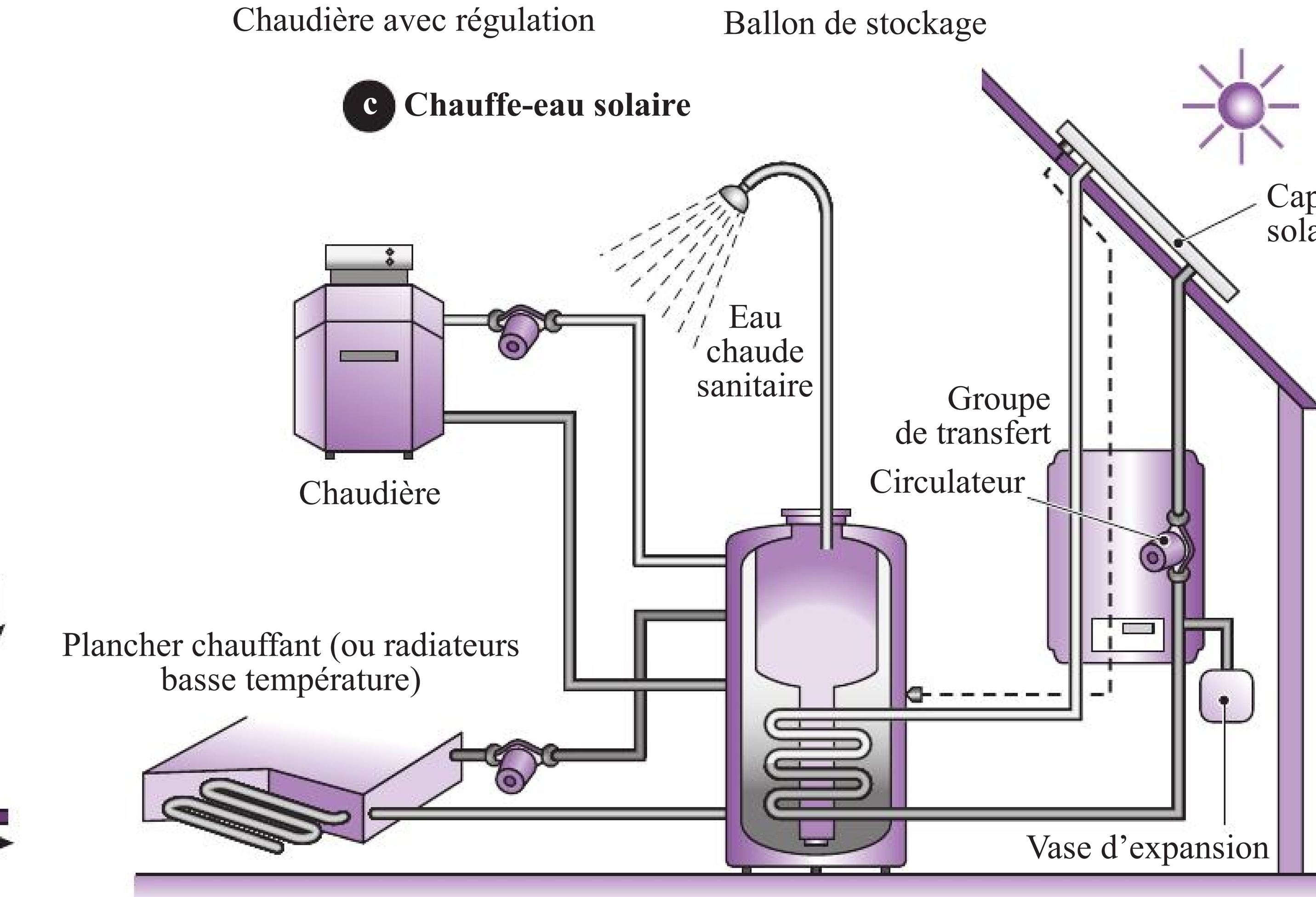
a Capteur solaire plan à circulation de liquide



c Chauffe-eau solaire



b Tubes absorbeurs



d Système solaire combiné

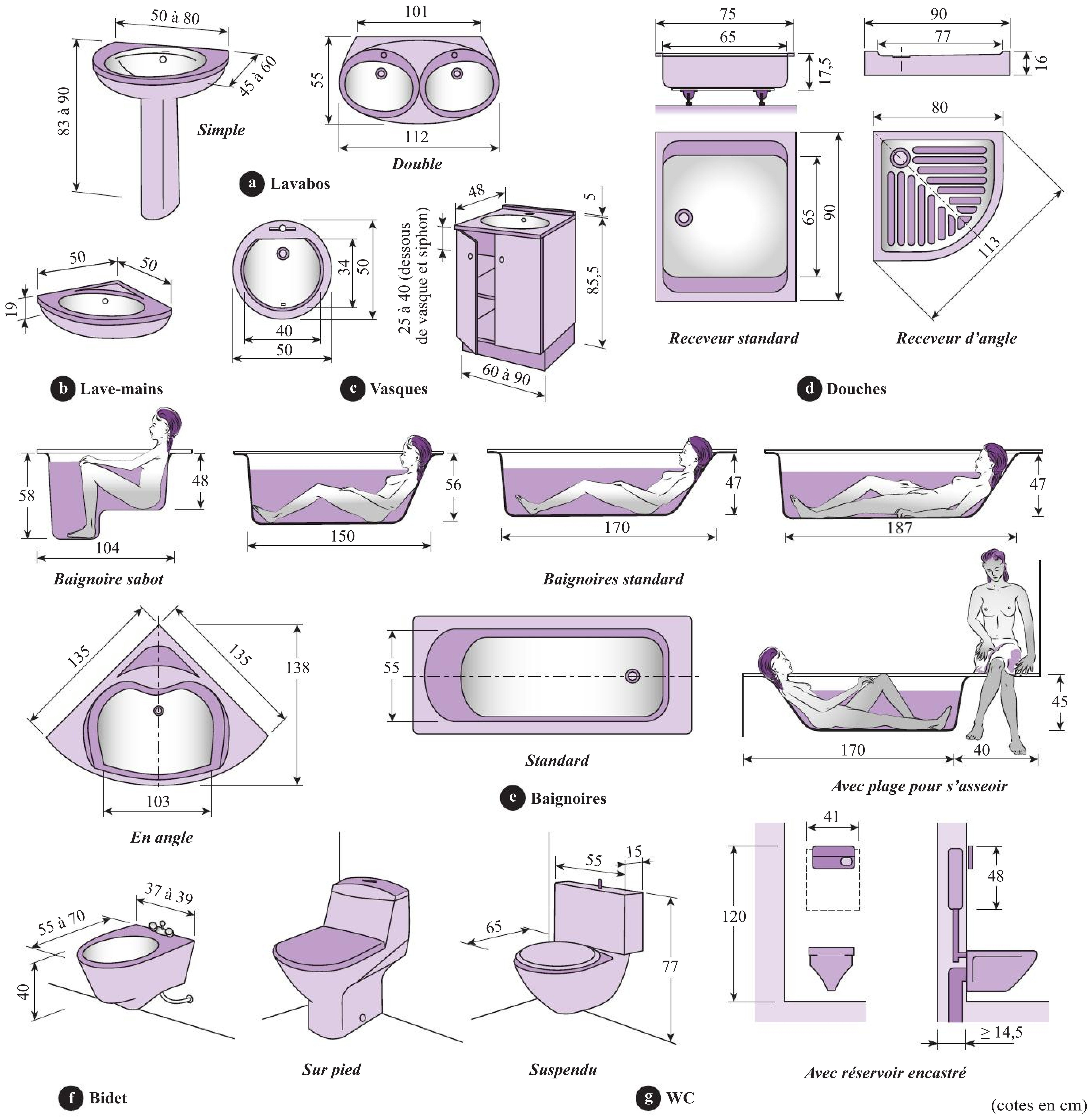
Comment ça marche

Installations sanitaires

Les installations sanitaires ou salles de bains font partie de l'équipement minimum d'un logement. Dans les logements ayant un espace suffisant, les salles de bains et les toilettes doivent être conçues comme des espaces séparés. Les appareils sanitaires qui les équipent sont les lavabos, les baignoires, les receveurs de douche, les lave-mains, les bidets et les WC. Le type de robinetterie et d'évacuation est choisi en fonction du modèle d'appareil sanitaire et de son implantation.

Appareils sanitaires

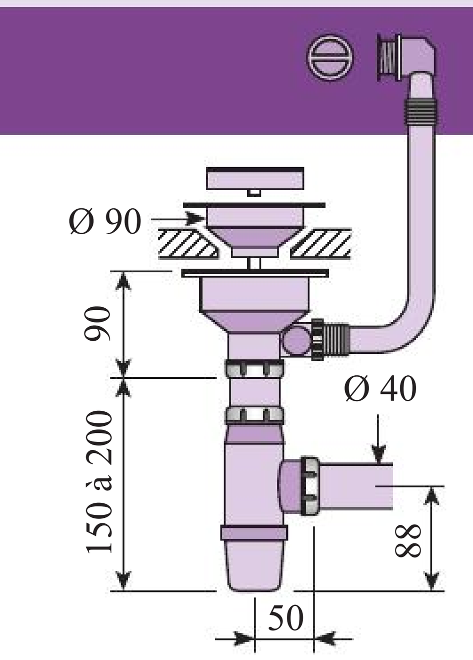
Les matériaux composant les appareils sanitaires sont le grès émaillé ou la porcelaine vitrifiée, la fonte émaillée, la tôle émaillée, les résines acryliques armées ou le polyester armé. Leurs formes sont nombreuses et variées. Ils se distinguent par leur taille et leur capacité. Sont distingués les lavabos (a), les lave-mains (b), les vasques (c), les douches (d), les baignoires (e), les bidets (f) et les WC (g).

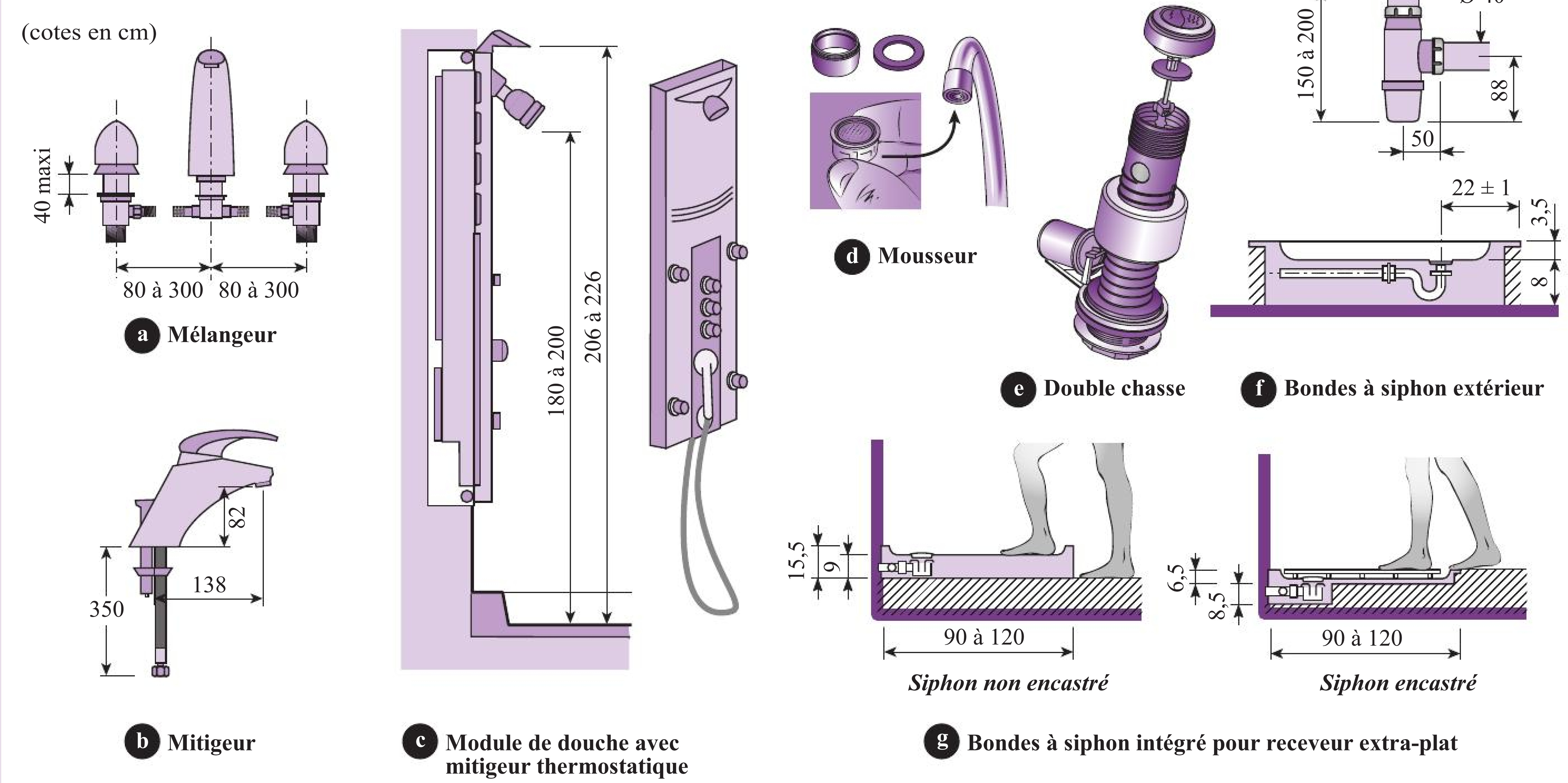


(cotes en cm)

Robinetterie et vidages

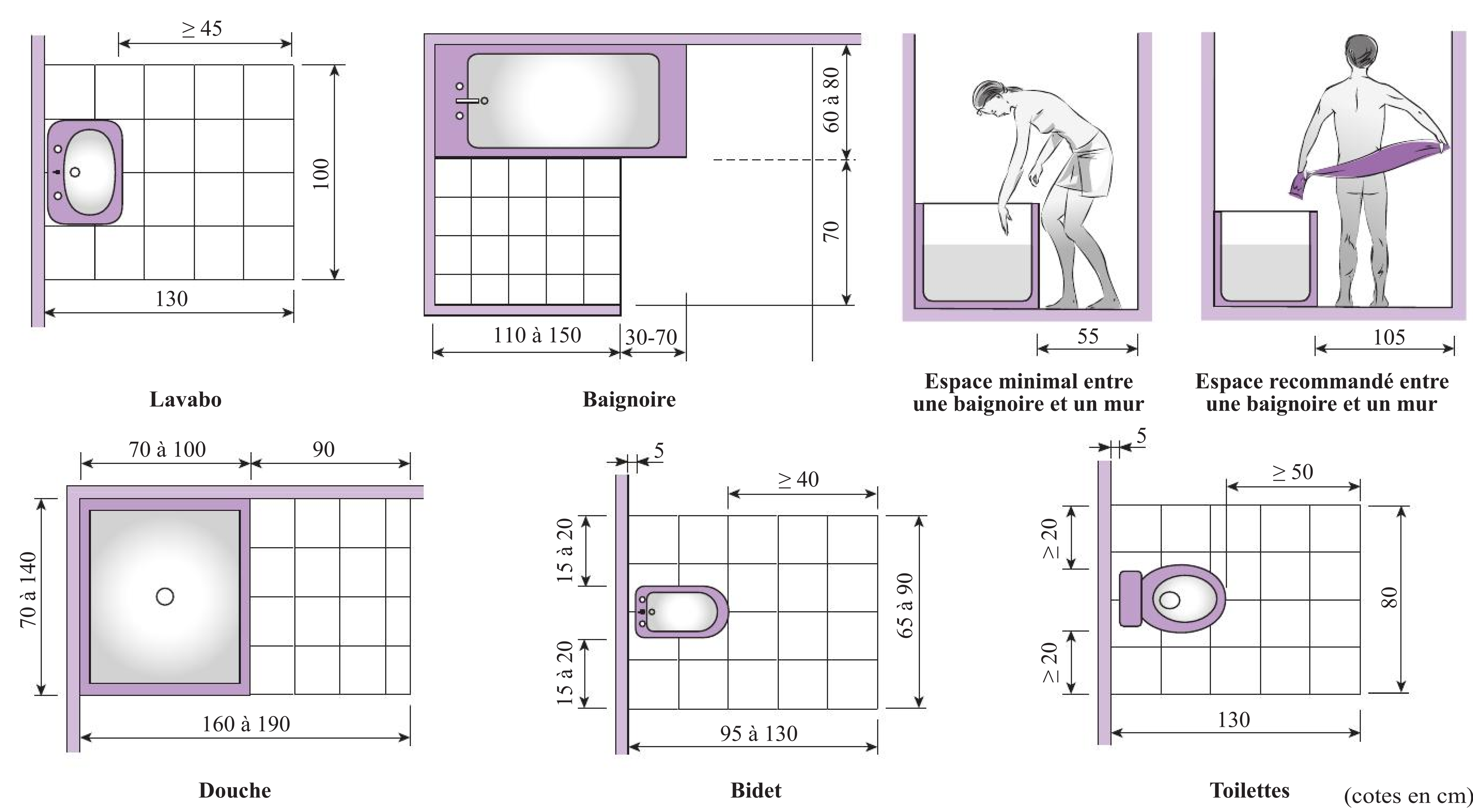
Sont distingués les mélangeurs (a) et les mitigeurs, qui permettent d'obtenir de l'eau à température et débit précis par une seule commande (b). Les mitigeurs thermostatiques (c) permettent de sélectionner la température de l'eau au degré près. Des systèmes économiseurs d'eau permettent de limiter la consommation : mousseur hydroéconome (d) et double chasse pour les toilettes (e). Les vidages comportent un siphon, extérieur (f) ou intégré à la bonde (g) pour les appareils sanitaires extra-plats.





Aires fonctionnelles

Les aires fonctionnelles définissent les espaces nécessaires à une utilisation confortable des équipements sanitaires et à leur espacement.



(cotes en cm)

Installations sanitaires accessibles

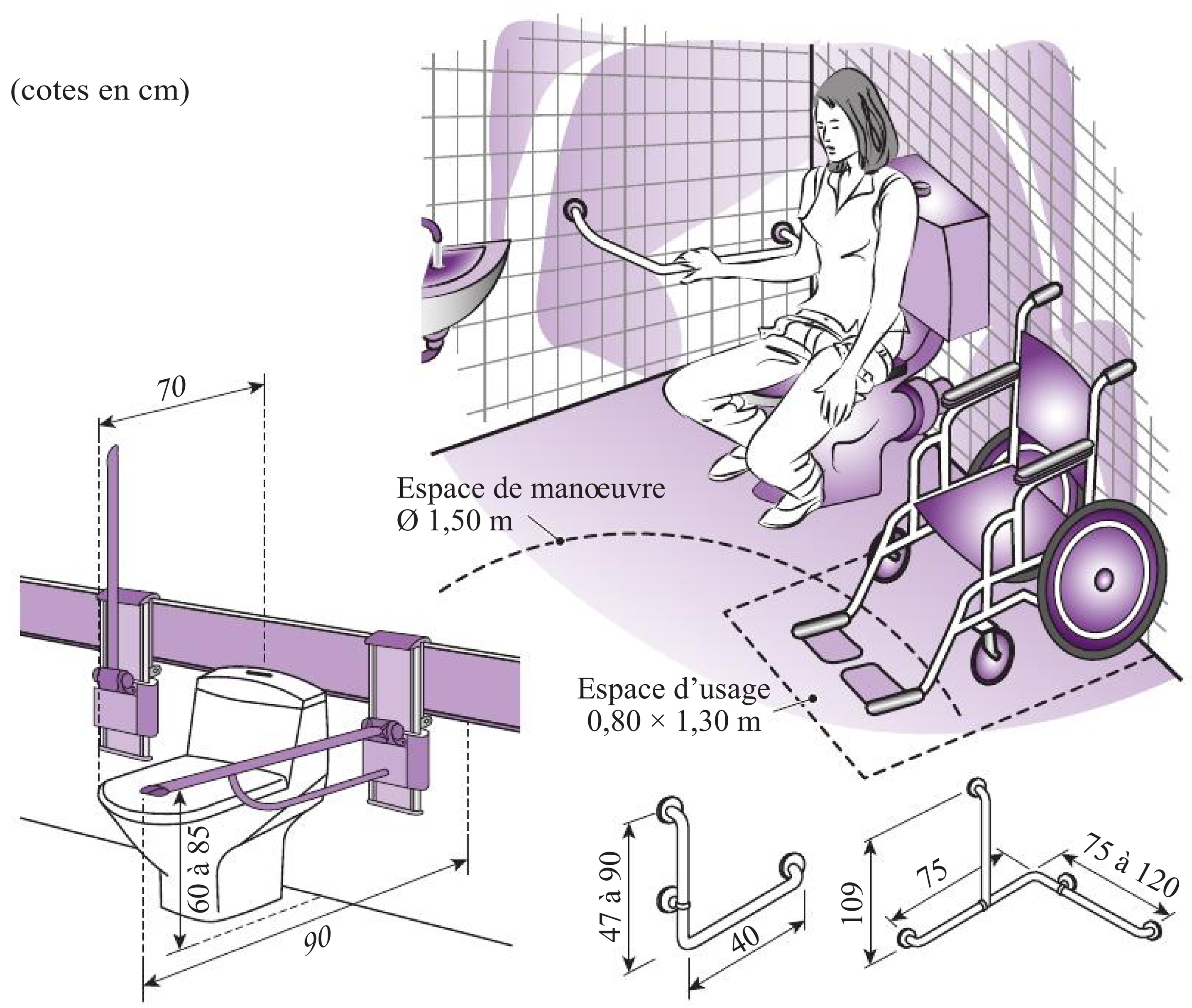
Comment ça marche

Les installations sanitaires accessibles doivent présenter un espace libre de 1,50 m de diamètre minimal en dehors de l'emprise des équipements fixes (lavabos, baignoire, douche, WC et lave-linge éventuel) et de l'espace du débattement de la porte. Il est toutefois toléré que cet espace libre empiète sur les parties sans emprise au sol du lavabo et du WC. L'espace libre peut également empiéter sur les douches à l'italienne (avec siphon de sol et absence de seuil).

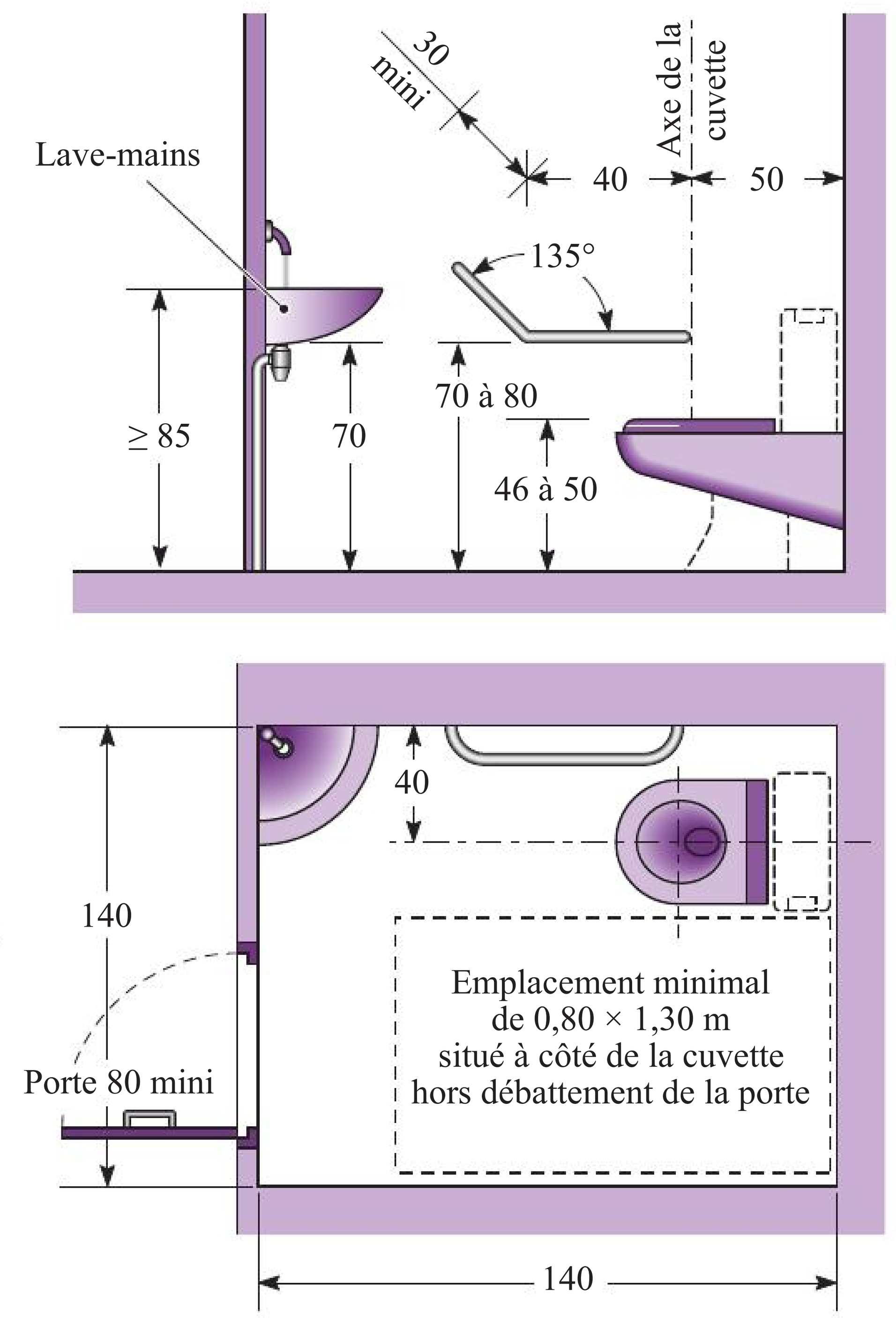
Cabinets d'aisances

Le cabinet d'aisances doit offrir un espace suffisant pour permettre le transfert d'une personne utilisant un fauteuil roulant. Cet espace libre de 0,80 × 1,30 m est positionné latéralement à la cuvette et en dehors du débattement de la porte. Des barres de transfert réglables et amovibles (a) ou fixes (b) sont installées, idéalement des deux côtés de la cuvette du WC.

(cotes en cm)



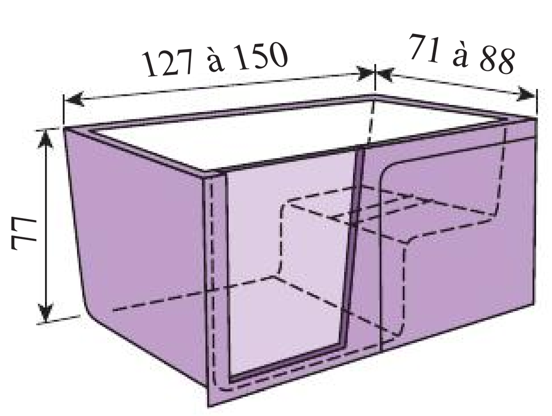
a Barres de transfert amovibles **b** Barres de transfert fixes



Exemple d'aménagement

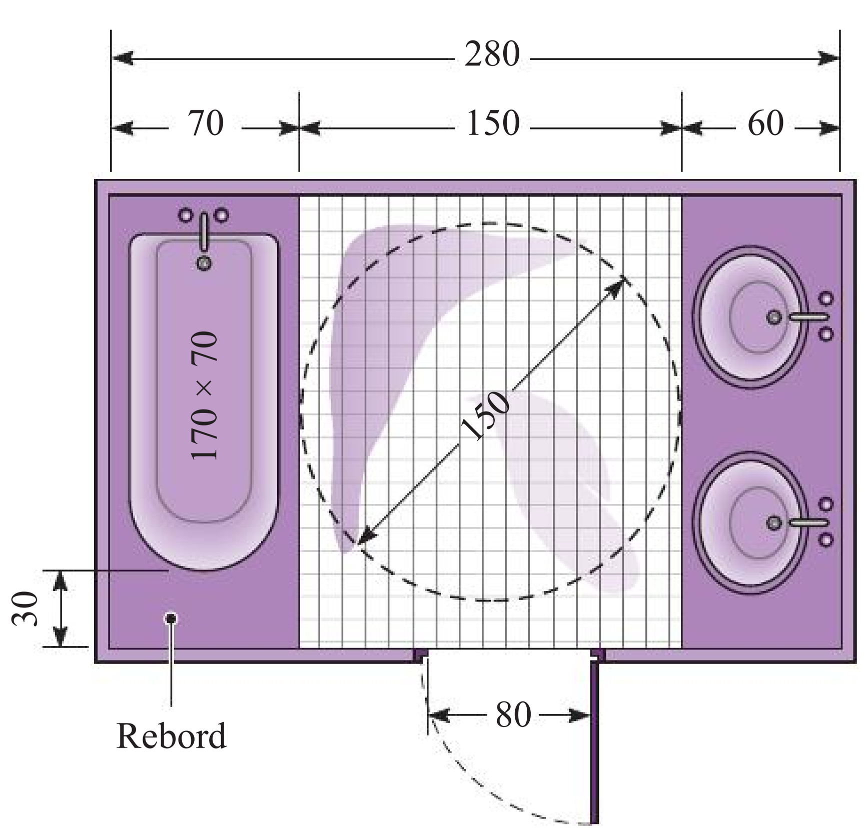
Baignoires

La baignoire doit comporter un rebord de 30 cm pour permettre à une personne en situation de handicap de s'asseoir et d'effectuer son transfert depuis le fauteuil roulant. Il existe des baignoires à porte d'accès frontale permettant un accès de plain-pied.



Baignoire à porte d'accès frontale

(cotes en cm)



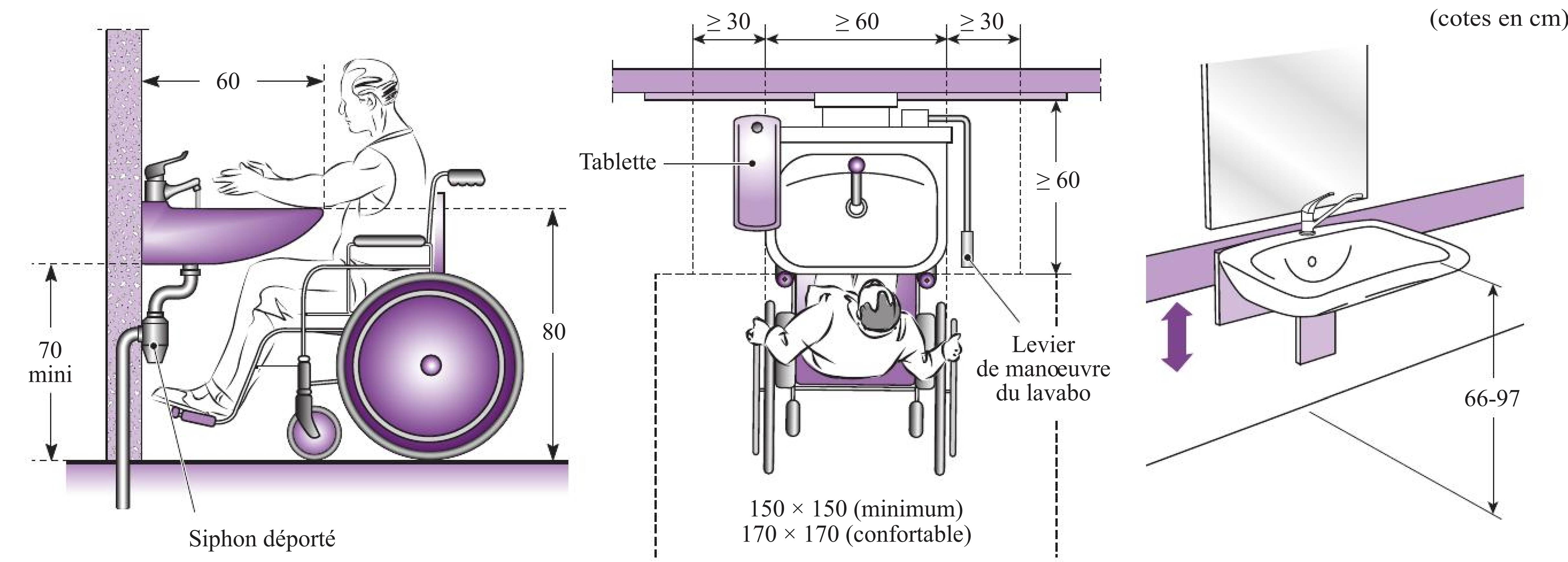
Exemple d'aménagement



Lavabos

Un espace libre est aménagé sous les lavabos afin de permettre leur utilisation par une personne en fauteuil roulant (a). La hauteur libre sous le lavabo doit être d'au moins 0,70 m, ce qui impose de déporter le siphon. La hauteur du dessus du lavabo ou du plan de travail dans le cas de vasques doit être de 0,80 m. Un espace minimum de 1,50 × 1,50 m facilite la manœuvre du fauteuil (b). Les lavabos sur glissière permettent un ajustement vertical et horizontal (c).

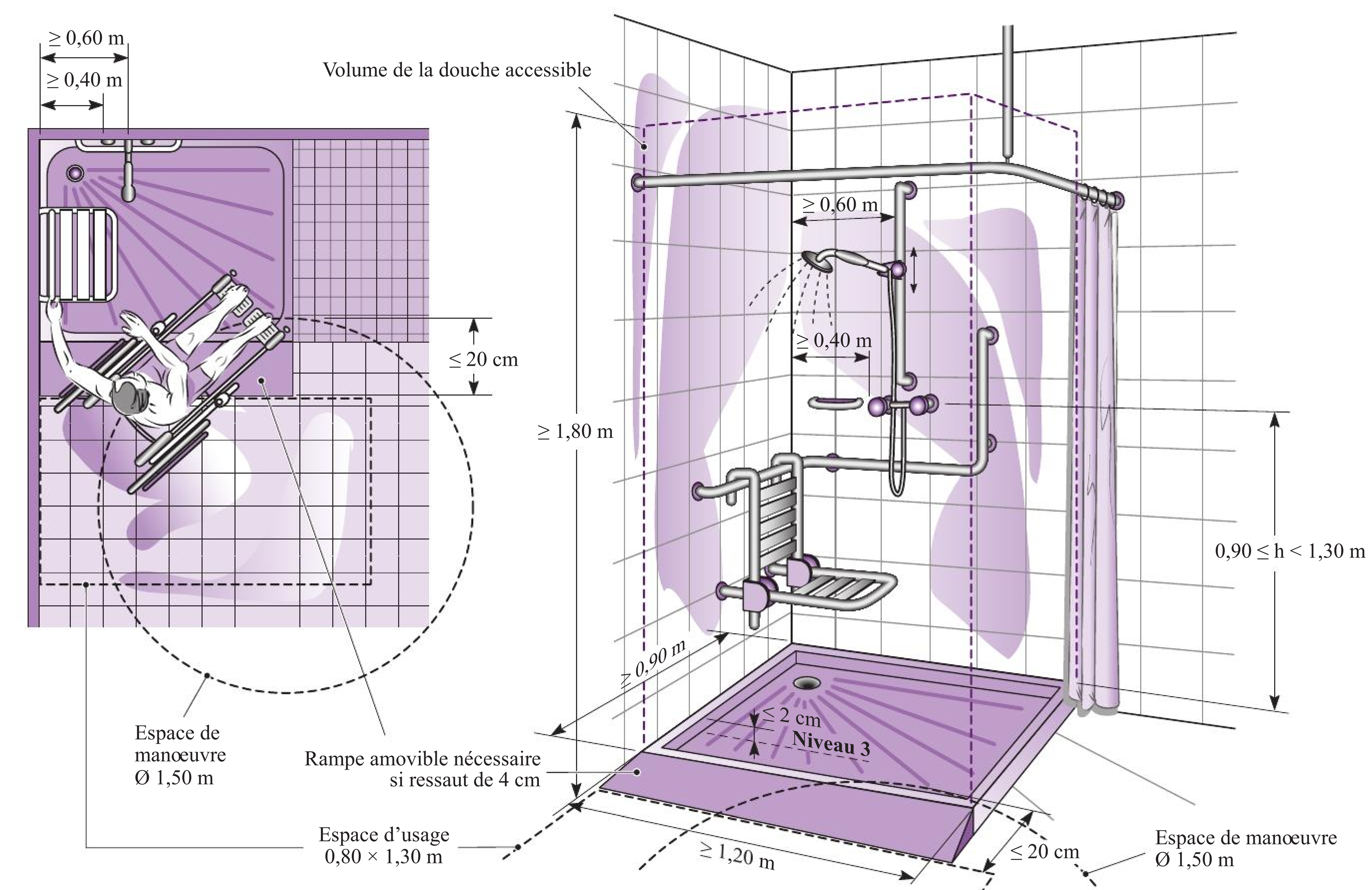
(cotes en cm)



a Exemple d'aménagement **b** Espace de manœuvre **c** Lavabo sur glissière

Douches

Les bacs de douche accessibles doivent être équipés d'une rampe amovible si leur ressaut est supérieur à 4 cm. Des barres d'appui sécurisant l'entrée, la sortie, la position assise ou debout peuvent être complétées par un siège amovible.



Exemple d'aménagement

Comment ça marche

Spas

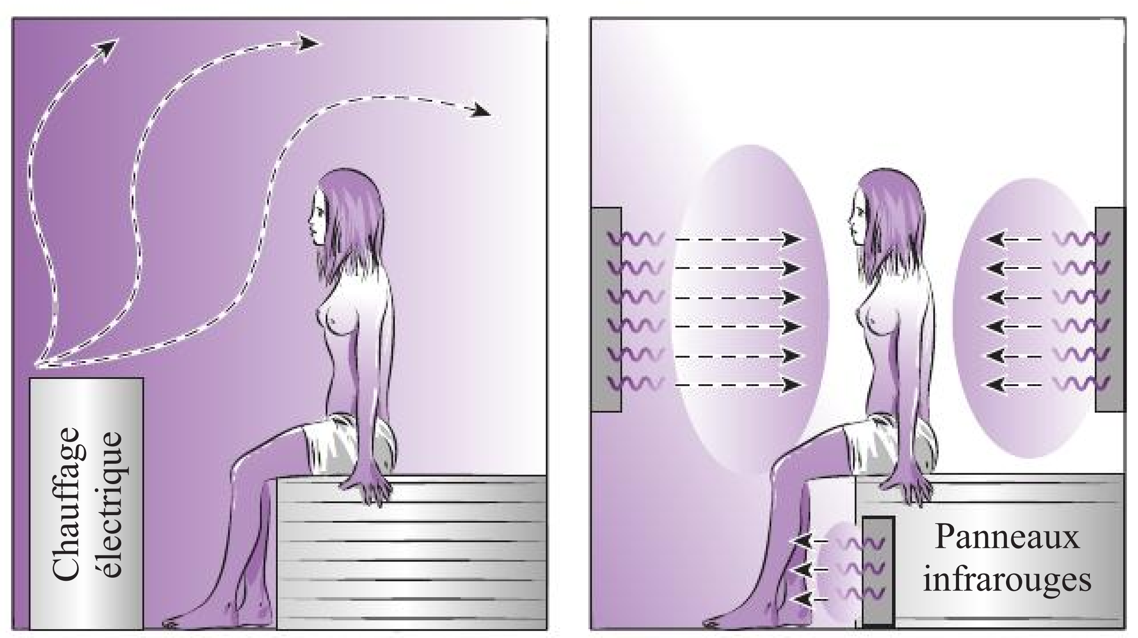
Le terme spa désigne de petites unités conviviales et à taille humaine qui regroupent des soins proches de ceux du thermalisme, de la thalassothérapie et de la balnéothérapie, comme le sauna, l'unité d'hydrothérapie (douche hydromassante, bain à remous, jacuzzi, etc.), le hammam ou le bain de vapeur. Des unités destinées à une utilisation domestique peuvent être intégrées à une salle d'eau ou être installées dans une pièce dédiée.

Saunas

Un sauna est une cabine en bois équipée de bancs (a), dans laquelle se dégage une chaleur sèche (température très élevée, de 90 à 110 °C) ou humide (température comprise entre 70 et 90 °C avec une humidité relative de 10 à 25 %). Cette chaleur est diffusée soit par un poêle électrique sur lequel sont déposées des pierres que l'on arrose avec de l'eau (sauna conventionnel), soit par des panneaux de chauffage infrarouges (sauna infrarouge) (b). La cabine est équipée d'un système de chauffage, d'un affichage de la température et de l'hygrométrie, d'un récipient contenant de l'eau et des ustensiles destinés à arroser les pierres, d'une platine de régulation et de commande ainsi que d'éclairages, généralement indirects (c). Les cloisons sont constituées d'une ossature bois (d) remplie avec un isolant thermique (généralement en fibre de verre). Un pare-vapeur est mis en place côté intérieur et un bardage en bois assure le parement de finition sur les deux faces de l'ossature. Les aménagements intérieurs (bancs, dossiers, chauffage et réserve d'eau) sont implantés de manière à optimiser le gain de place (e). La distribution électrique est mise en œuvre au moyen de câble U1000 R2V qui circule dans les cloisons et le plafond de la cabine (f).

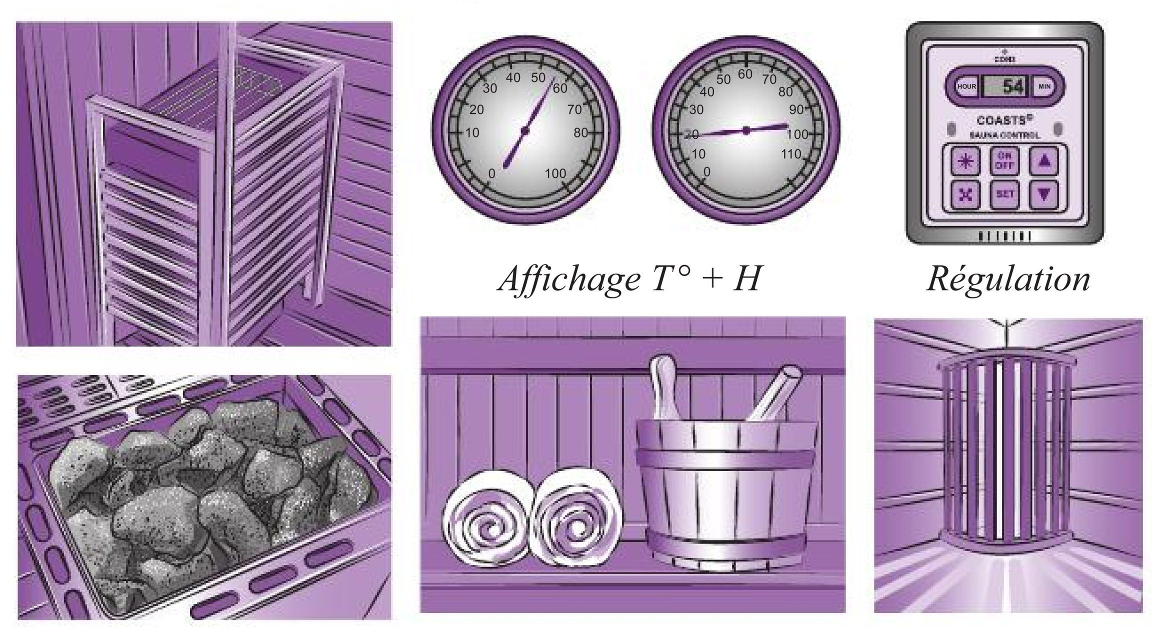


a Cabine de sauna



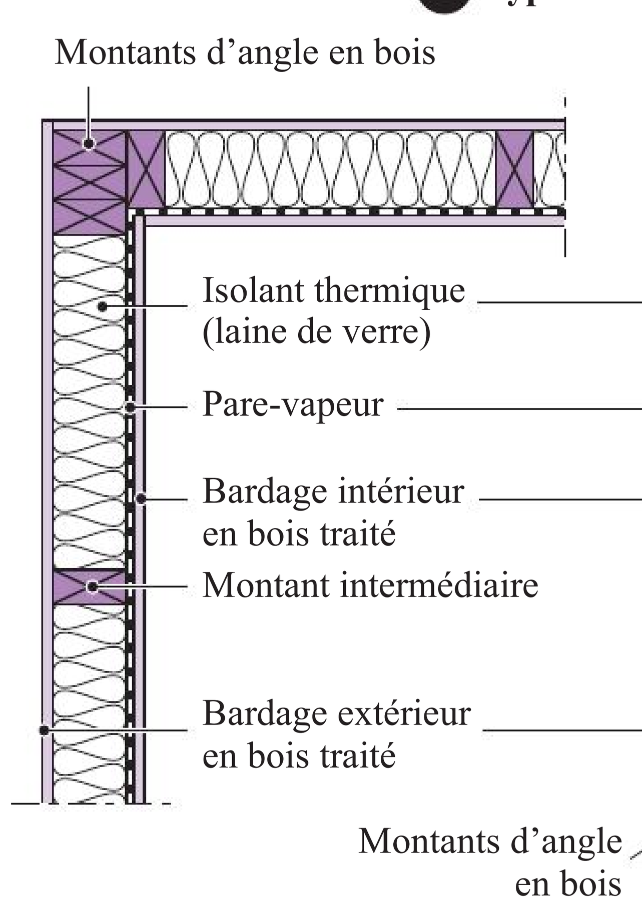
Sauna conventionnel *Sauna infrarouge*

b Types de saunas

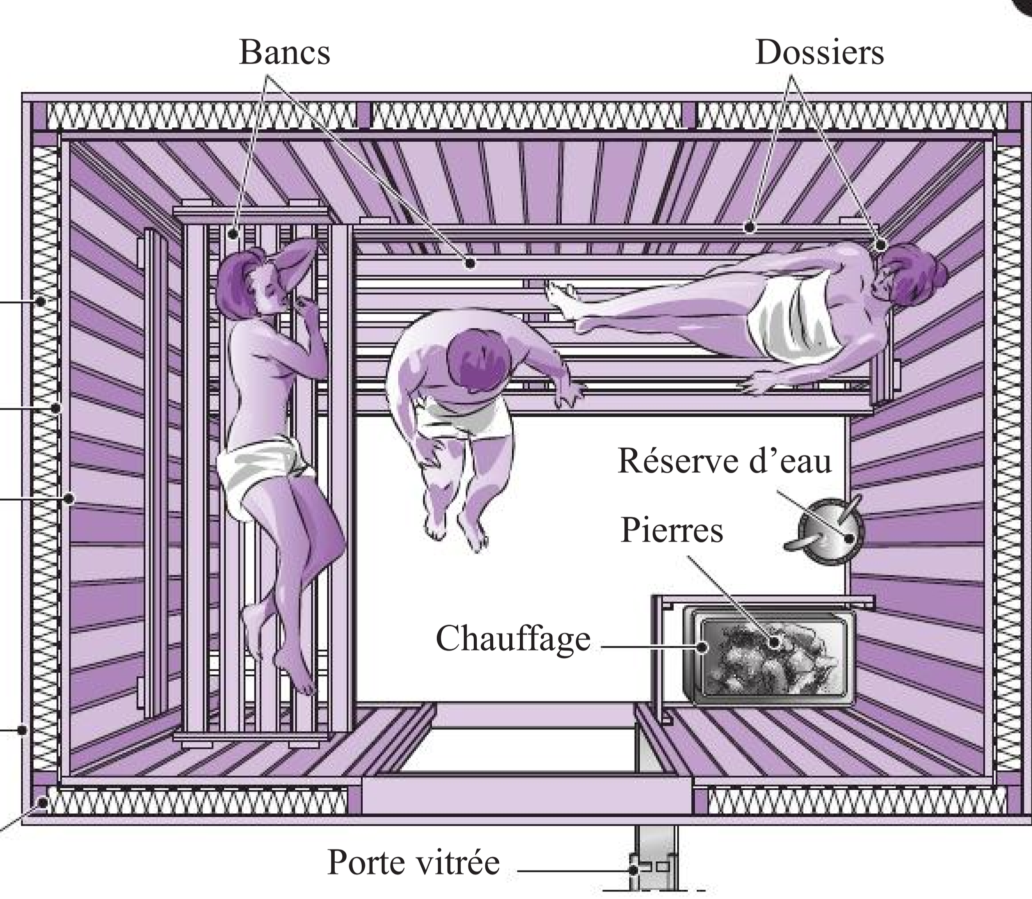


Affichage T° + H *Régulation* *Chauffage* *Eau* *Éclairage*

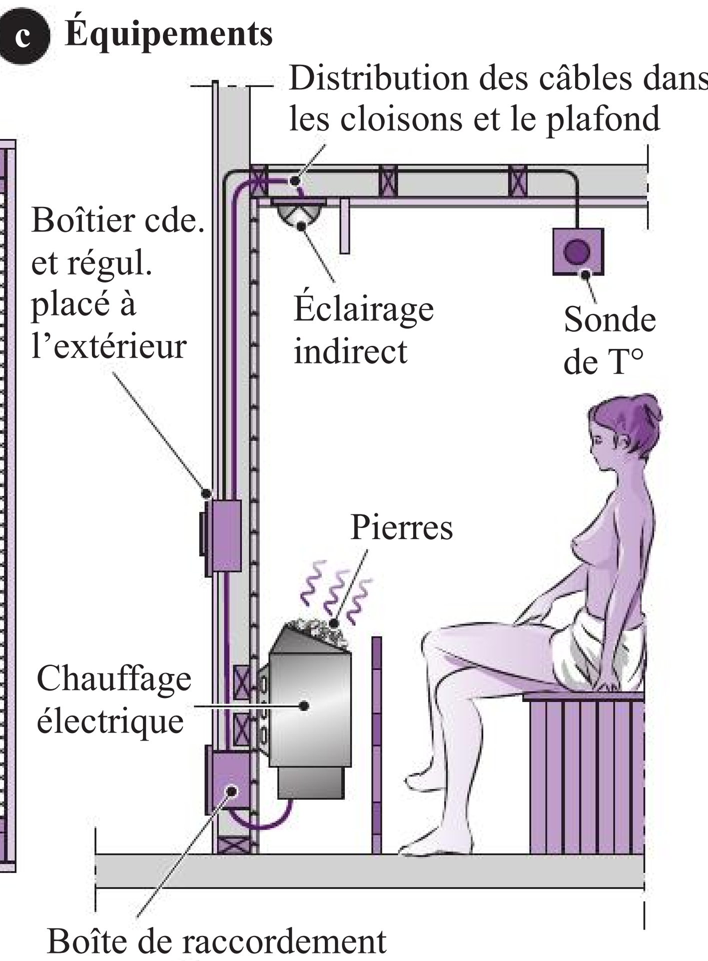
c Équipements



d Détail des cloisons



e Vue en plan des aménagements intérieurs

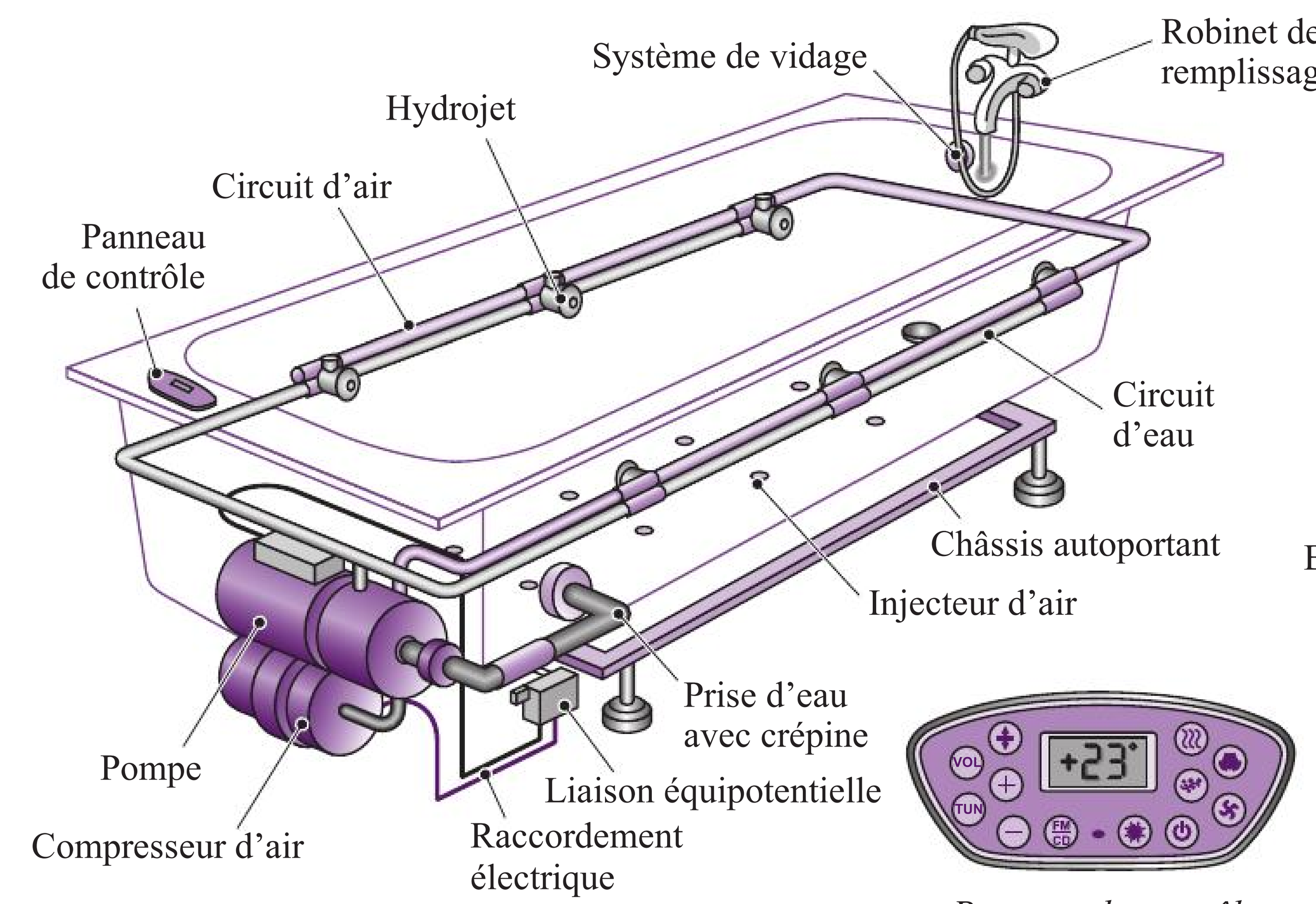


f Équipements électriques

Baignoires balnéo et jacuzzis

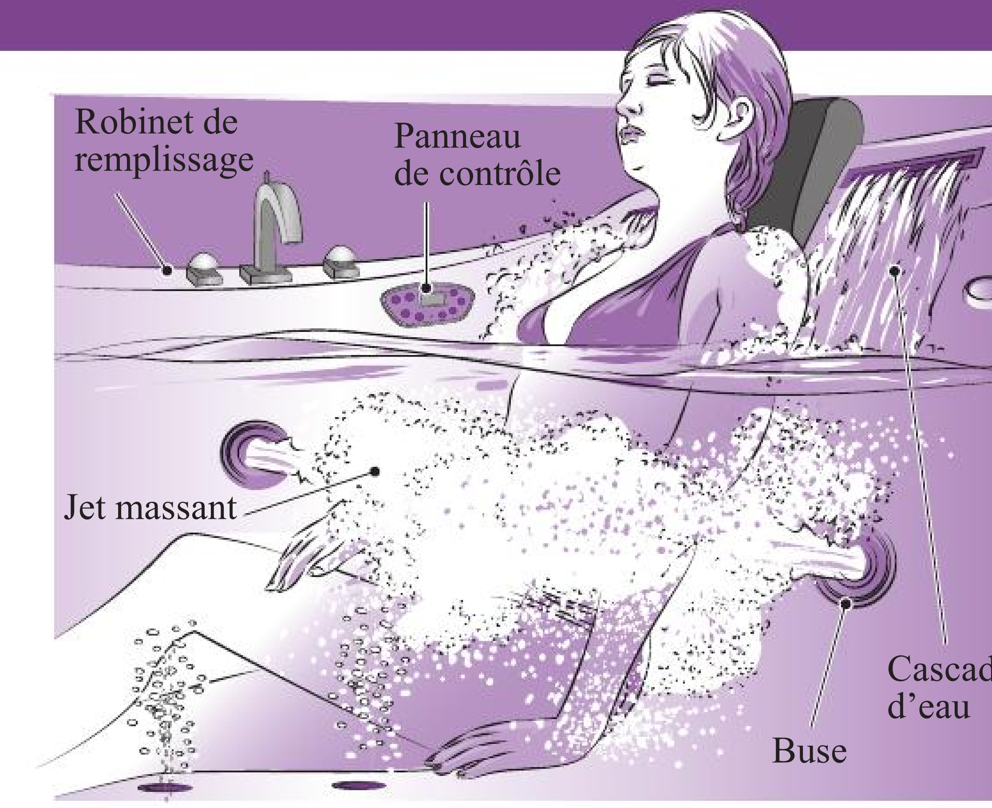
Les jacuzzis, intérieurs ou extérieurs, sont généralement plus grands et plus complexes à installer qu'une baignoire balnéo, proche de la taille d'une baignoire normale (a). Il est nécessaire de traiter et filtrer l'eau d'un jacuzzi qui ne se vide jamais. Trois systèmes d'hydromassage sont distingués :
- à air (b) qui rejettent l'air ambiant au moyen d'injecteurs ;
- à eau (c) qui rejettent l'eau au moyen de buses orientables ;
- à air et eau (d) qui permettent de moduler la puissance des jets.

Un panneau de contrôle permet de faire varier l'injection, l'arrêt ou la mise en service des buses selon les zones à masser. La protection électrique est assurée par un dispositif différentiel à haute sensibilité (30 mA).

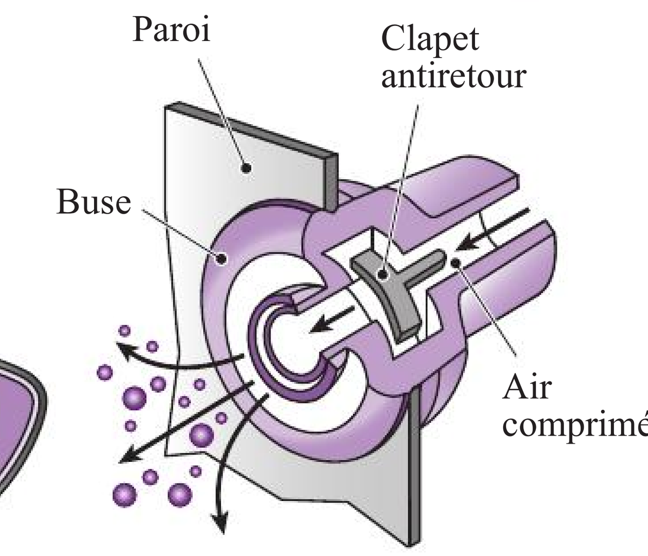


Panneau de contrôle

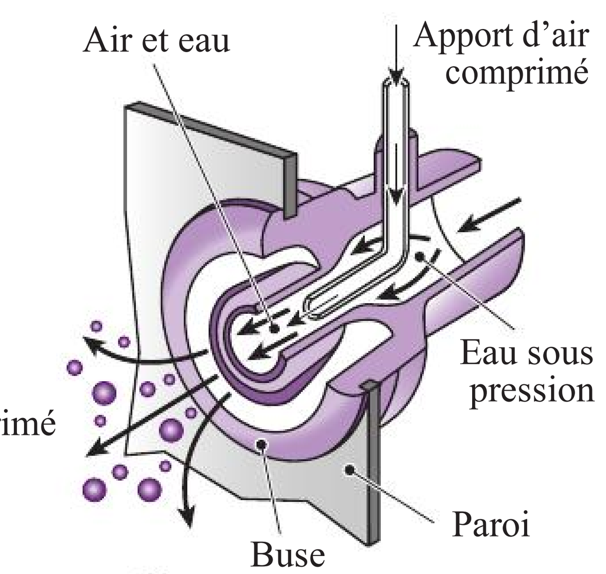
a Baignoire balnéo



c Injecteurs d'eau (buses orientables)



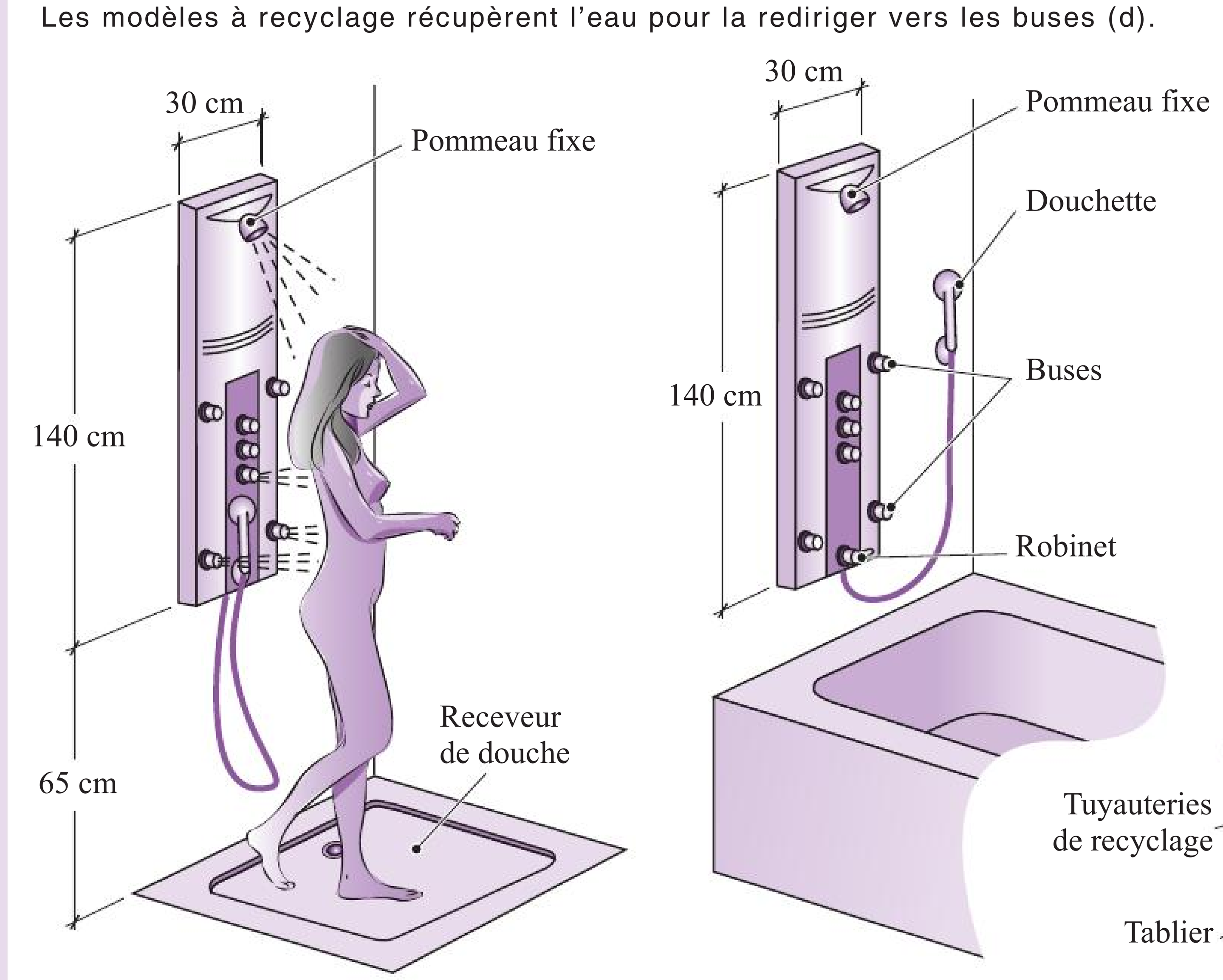
b Injecteur d'air



d Hydrojet (air et eau)

Douches hydromassantes

Les douches hydromassantes sont équipées de colonnes (a) qui comportent, en plus du pommeau habituel, des buses horizontales pour le massage des parties hautes du corps (b). Ces buses sont réglables et orientables ; elles peuvent être complétées par une descente d'eau verticale sous forme de pommeau large ou de panneau de pluie (c). Ces systèmes consomment beaucoup d'eau et demandent une pression adaptée. Les modèles à recyclage récupèrent l'eau pour la rediriger vers les buses (d).

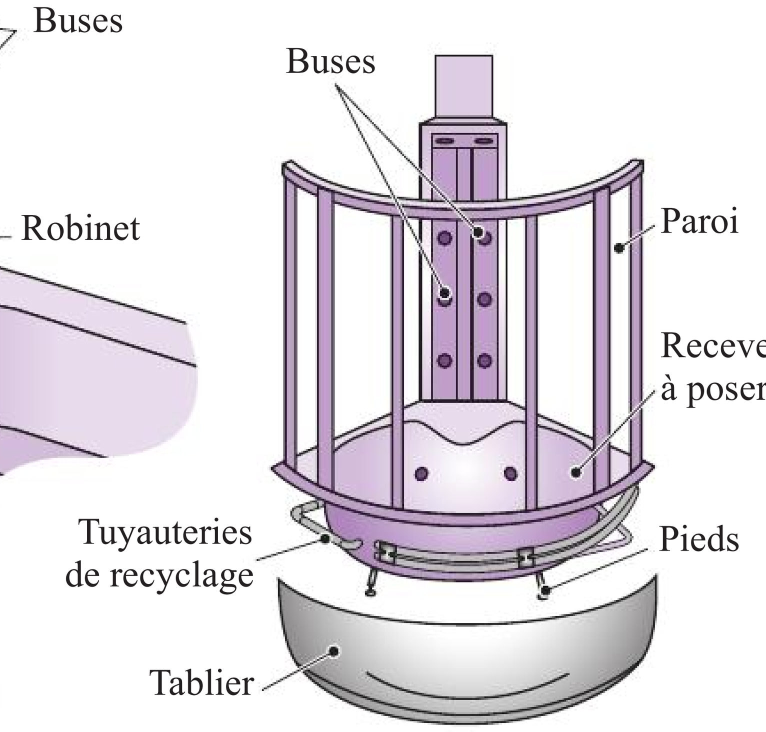


Sur douche *Sur baignoire*

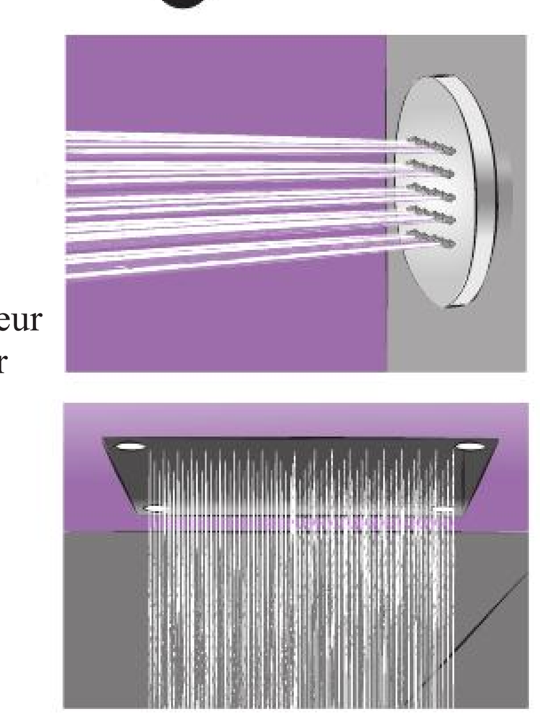
a Colonne d'hydromassage



b Buses horizontales



d Modèle à recyclage d'eau



c Panneau de pluie

Toilettes sèches

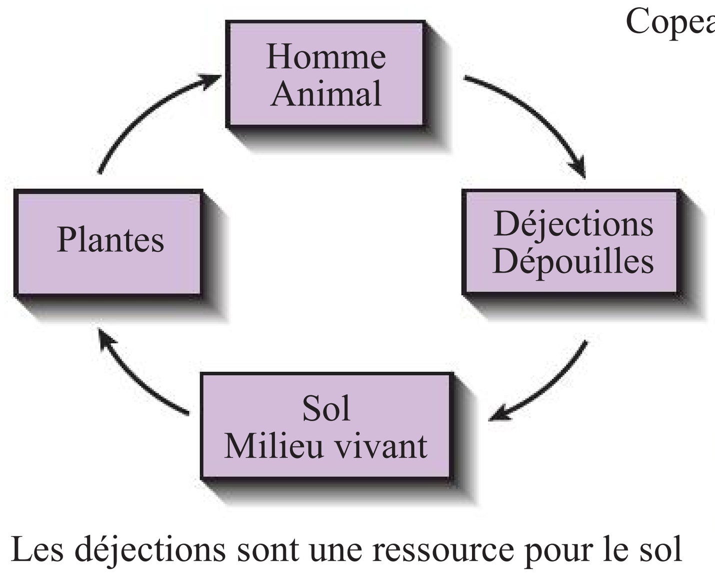
Comment ça marche

Les toilettes sèches permettent d'économiser jusqu'à 40 % de la consommation en eau. Elles permettent également de minimiser le coût de traitement des eaux usées. Il est possible de valoriser les excrétas pour en faire du compost qui améliore le sol. Le recyclage de ces matières permet également de produire du biogaz, gaz naturel valorisé pour produire de l'énergie (électricité, chauffage).

Principe des toilettes sèches avec ou sans copeaux

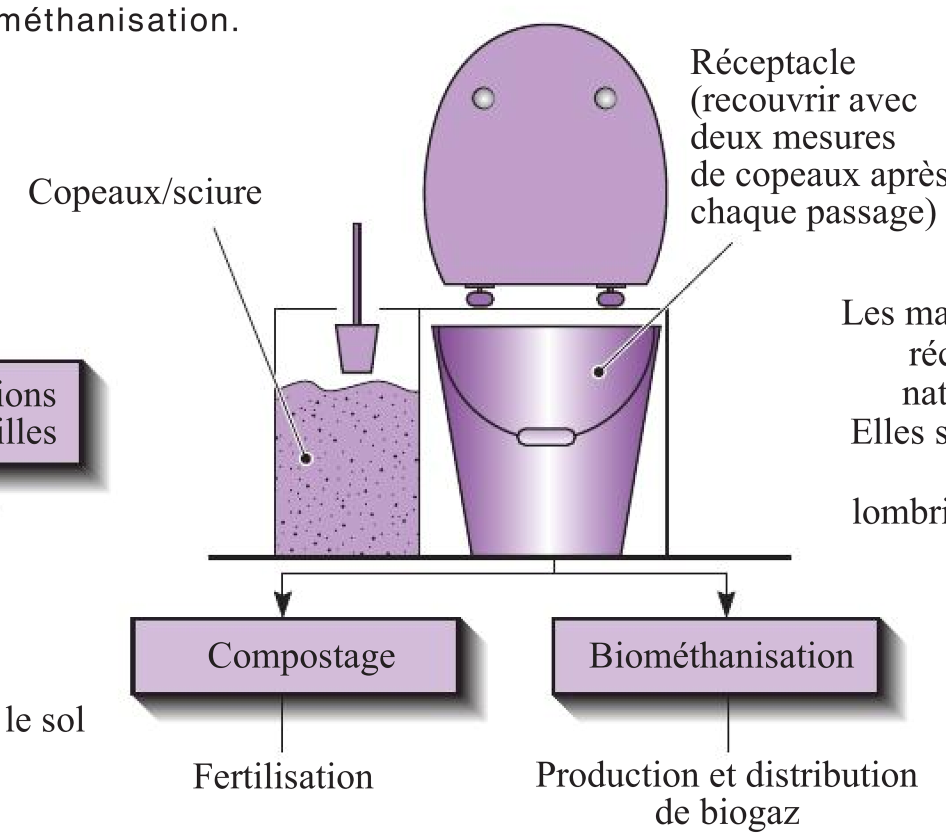
Toilettes sans copeaux
Ces toilettes sèches n'utilisent ni eau ni copeaux. Elles disposent d'un système qui trie les excrétas : les urines sont évacuées vers le réseau des eaux usées et les matières fécales ainsi que le papier toilette sont transformés en compost par des lombrics dans un local de compostage séparé.

Toilettes avec copeaux
Ces toilettes sèches n'utilisent pas d'eau mais des copeaux de bois ou sciures qui aident à la décomposition des excrétas. Ils sont récupérés pour en faire du compost ou de la méthanisation.

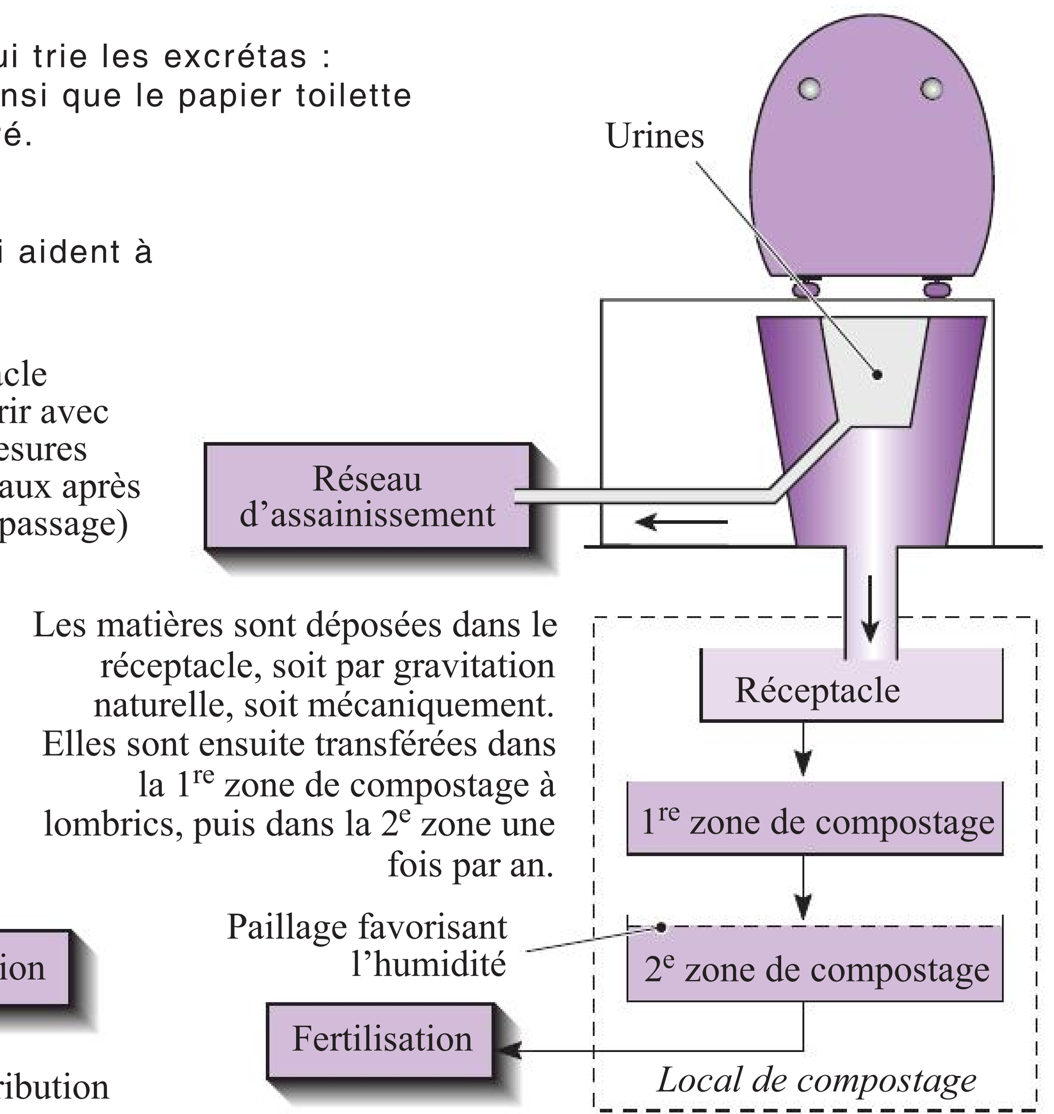


Les déjections sont une ressource pour le sol

Cycle naturel



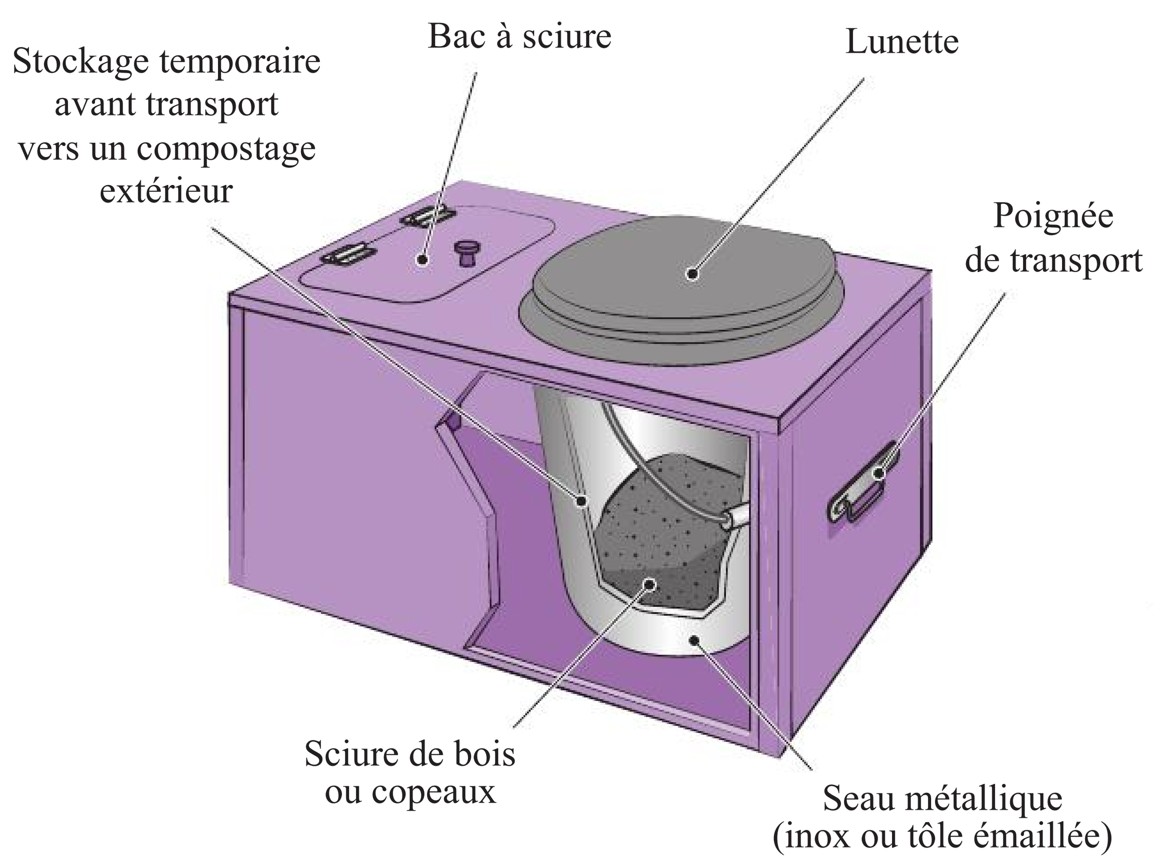
Toilettes avec copeaux



Toilettes sans copeaux

Toilettes sèches à copeaux

L'utilisation de broyat de végétaux secs, de copeaux, de sciure de bois ou de feuilles mortes permet de neutraliser les odeurs. Les urines, les selles et la sciure de bois (par exemple) donnent un équilibre carbone/azote dans le mélange qui stoppe la fermentation et permet le démarrage du compostage. Ce procédé naturel bloque automatiquement le dégagement d'odeurs.



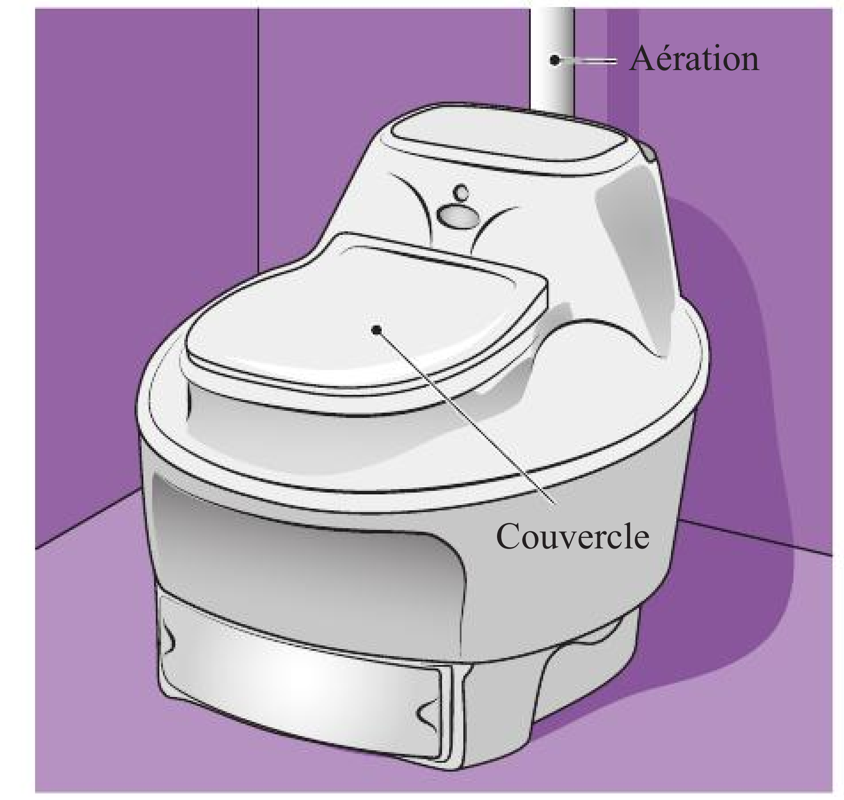
Siège déplaçable

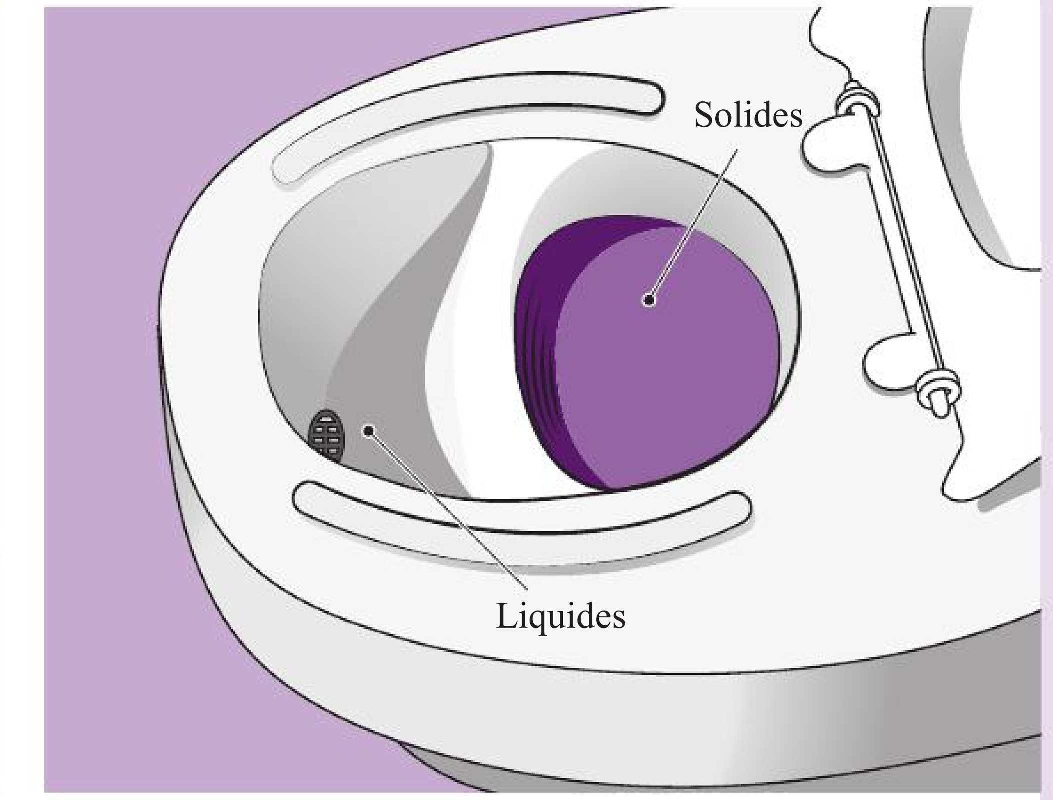


Siège fixe

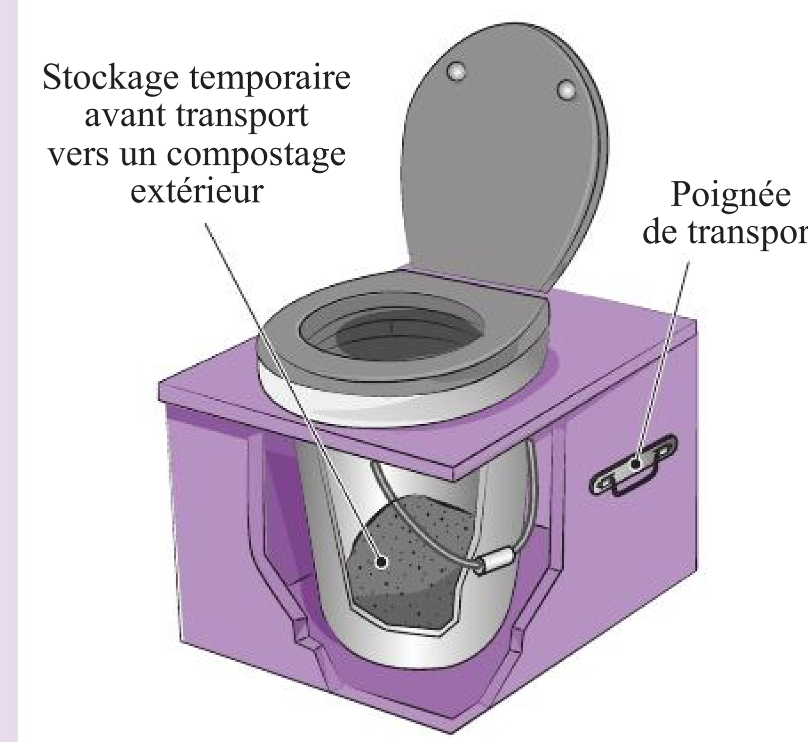
Systèmes monoblocs à séparation sans copeaux

La séparation des urines et des matières fécales, en limitant la fermentation, supprime l'émission d'odeurs. Les urines ne sont pas contaminées par les bactéries fécales et restent stériles. Elles peuvent ainsi être évacuées avec les eaux grises (lavabo, douche ou baignoire). Le ventilateur intégré maintient la pièce sèche et sans odeur. Lorsque le bac de réception est plein, il est remplacé, sorti à l'extérieur et saupoudré de terre. À la fin du compostage, le compost peut être utilisé comme amendement pour le sol.

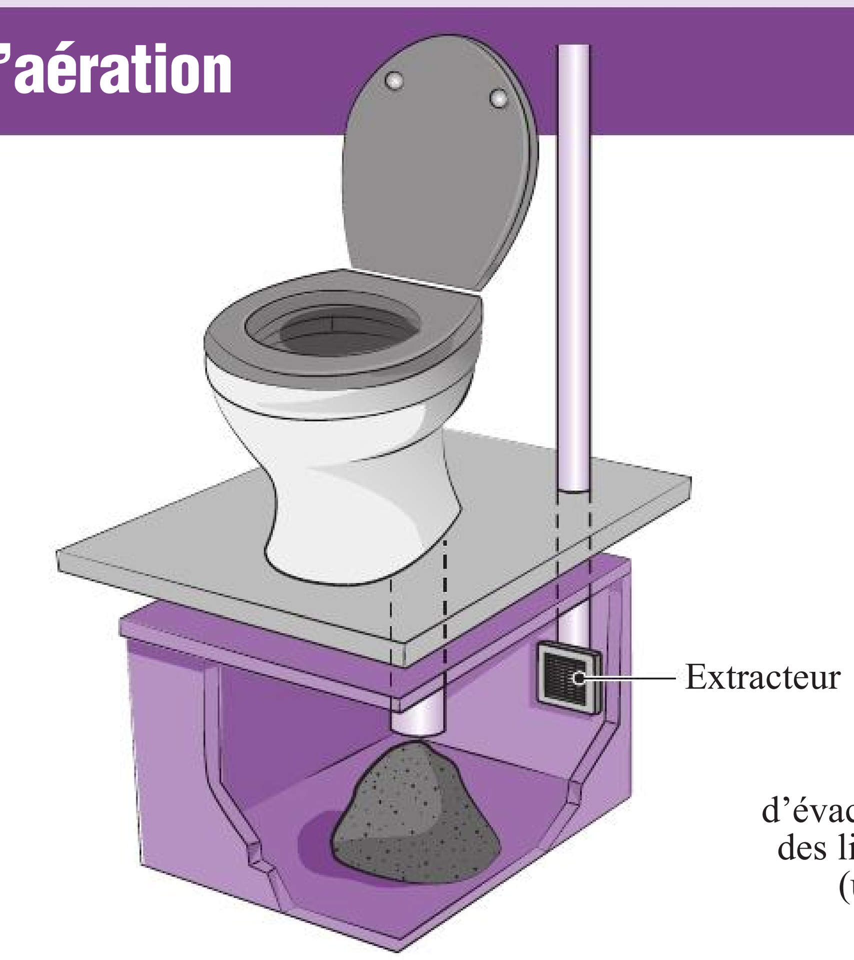




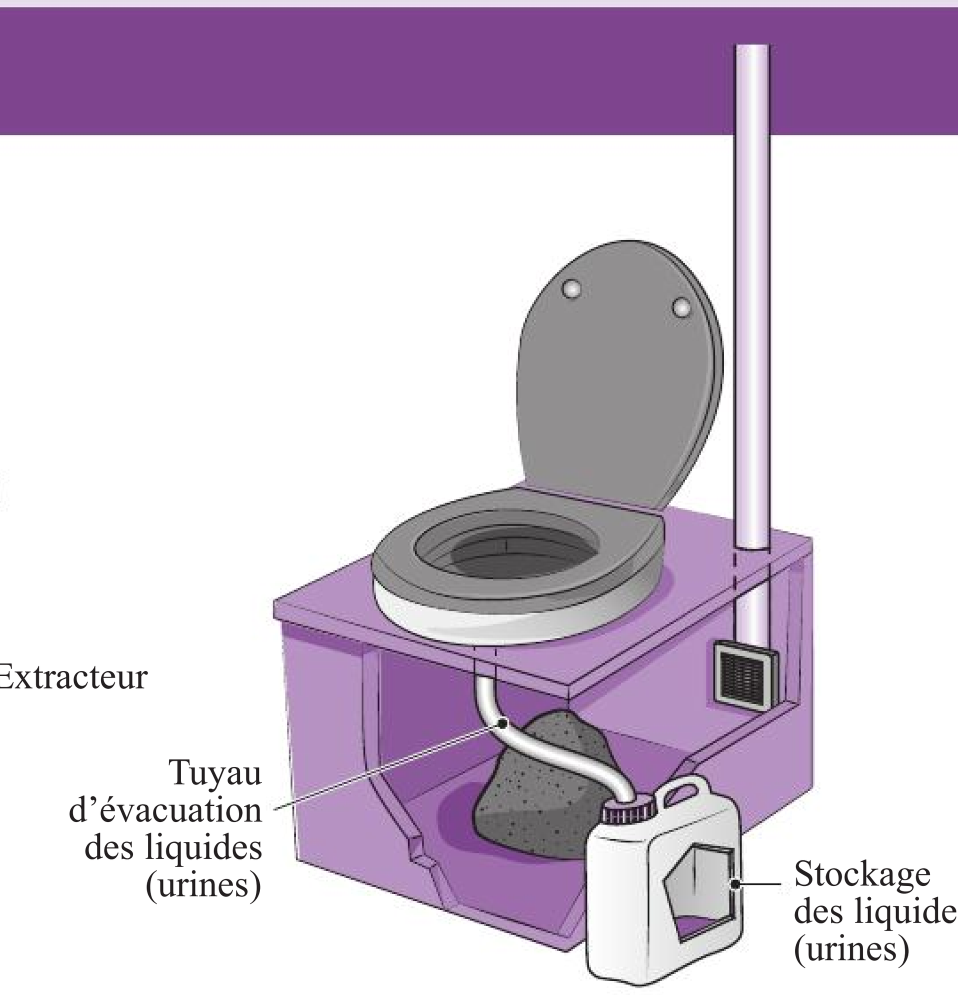
Exemples d'implantation et d'aération



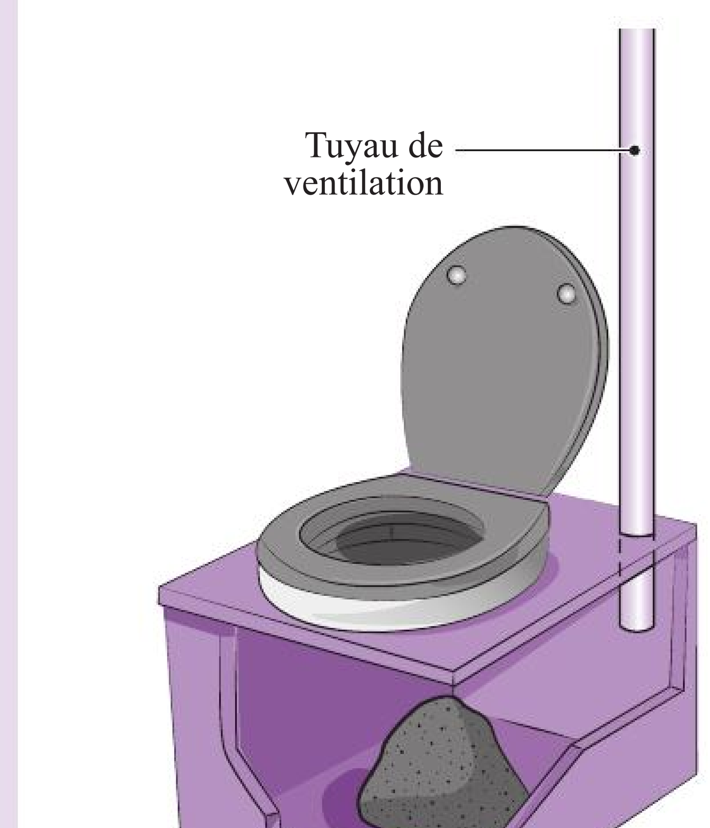
Seau dans un caisson, sans tri des excrétas



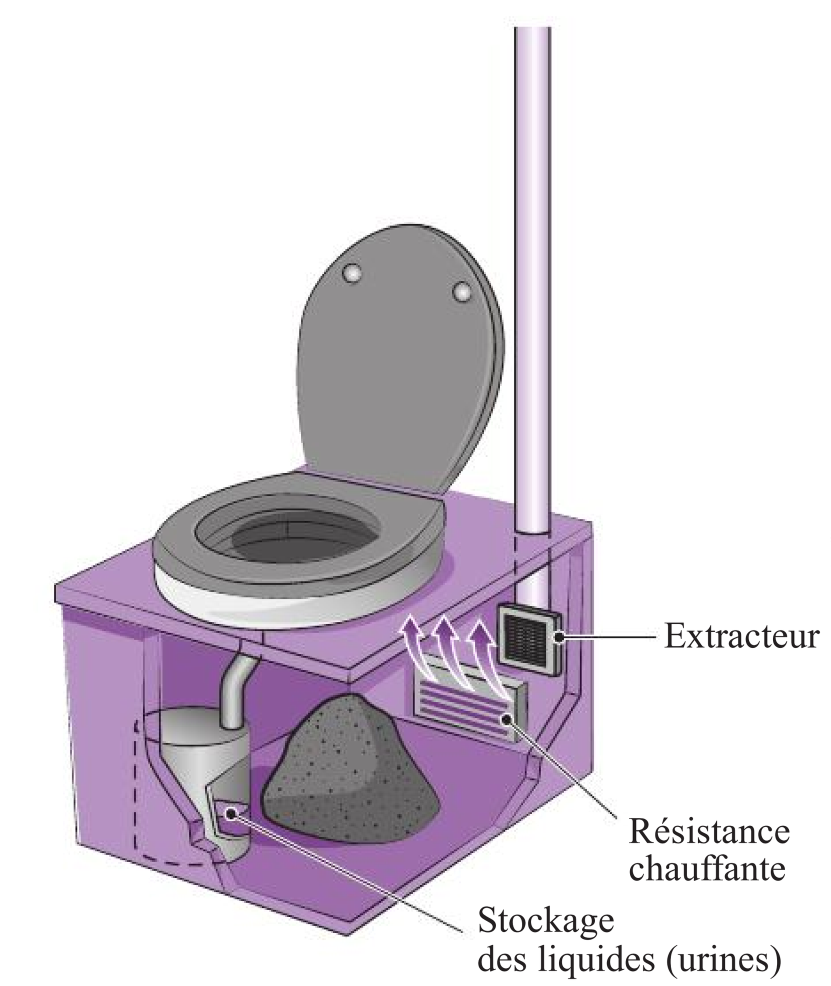
Toilette avec siège sur pied et extracteur, sans tri des excrétas



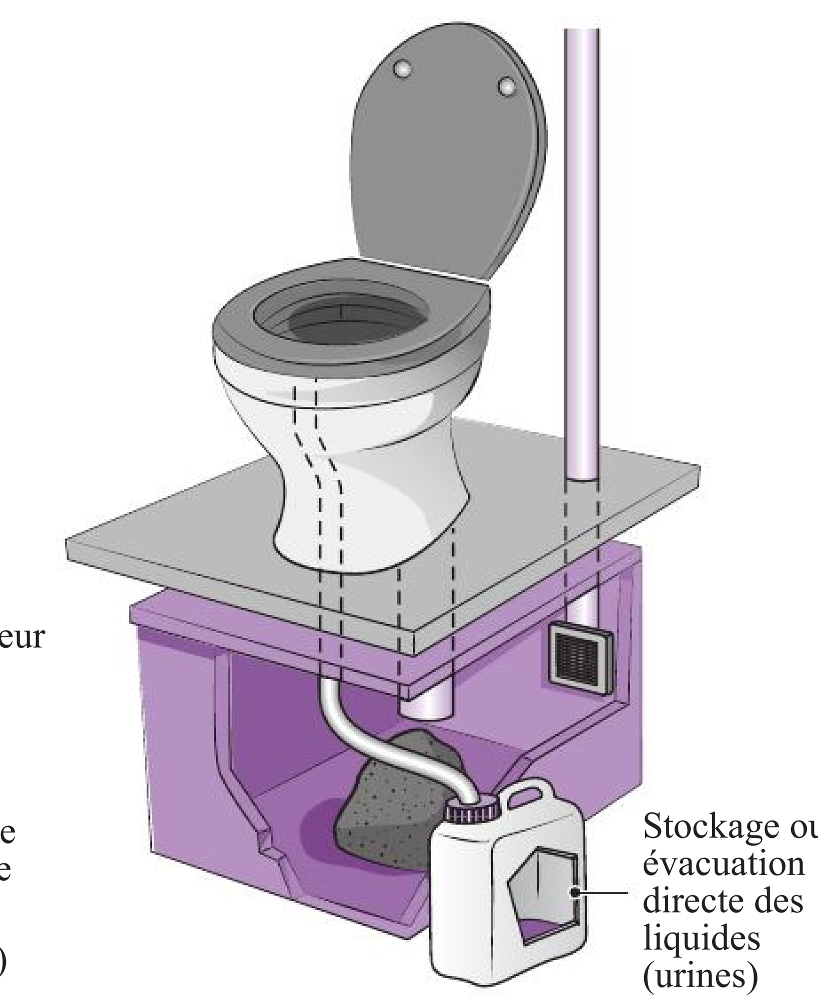
Toilette avec tri des excrétas et extracteur



Toilette sans tri des excrétas, avec ventilation naturelle ou avec extracteur



Toilette avec séparation des excrétas, déshydratation des urines et des matières fécales



Toilette avec siège sur pied, extracteur, et séparation des urines

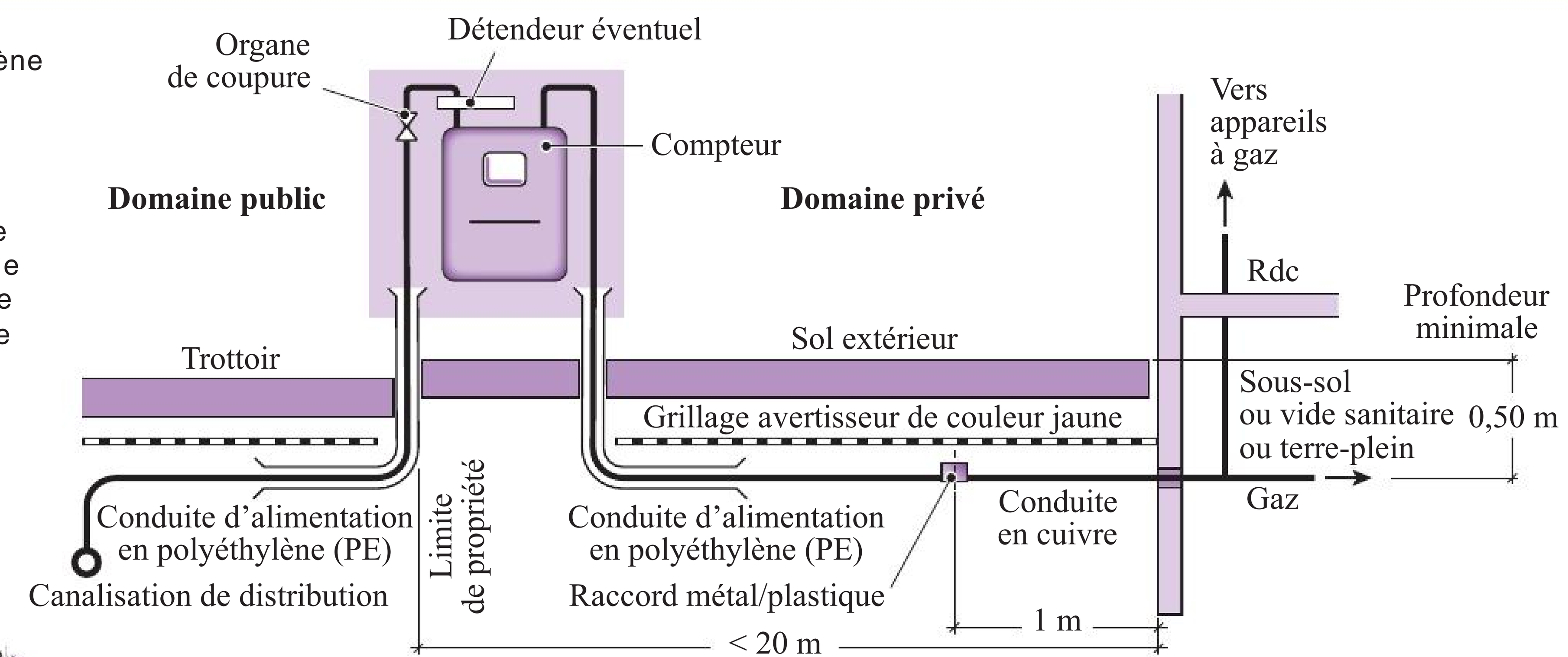
Comment ça marche

Installations de gaz

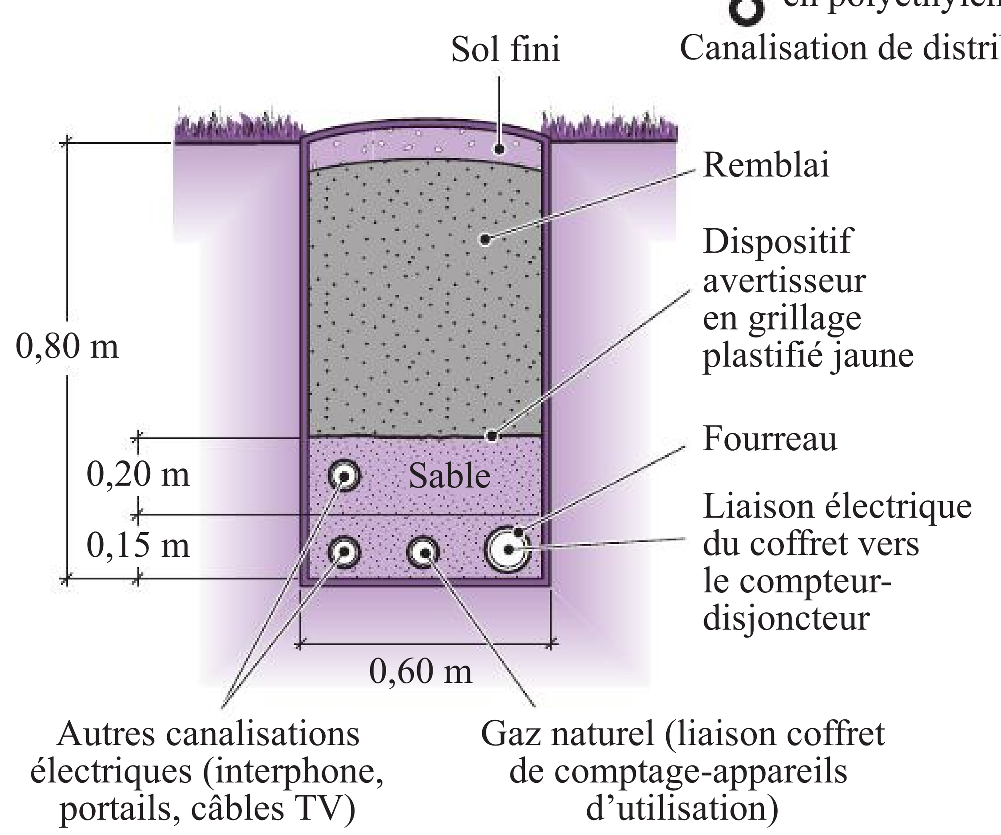
Le gaz utilisé pour les installations peut provenir d'un réseau de distribution public de gaz naturel, de réservoirs fixes indépendants (généralement du propane) ou de bouteilles mobiles (propane ou butane). Les règles de sécurité propres aux installations de gaz imposent une protection des canalisations enterrées, des locaux ventilés et des installations rigides à l'intérieur des bâtiments, sauf éventuellement pour le raccordement aux appareils sur de courtes distances. Avant toute mise en service, une installation doit faire l'objet d'un test de conformité.

Raccordement au réseau de gaz naturel

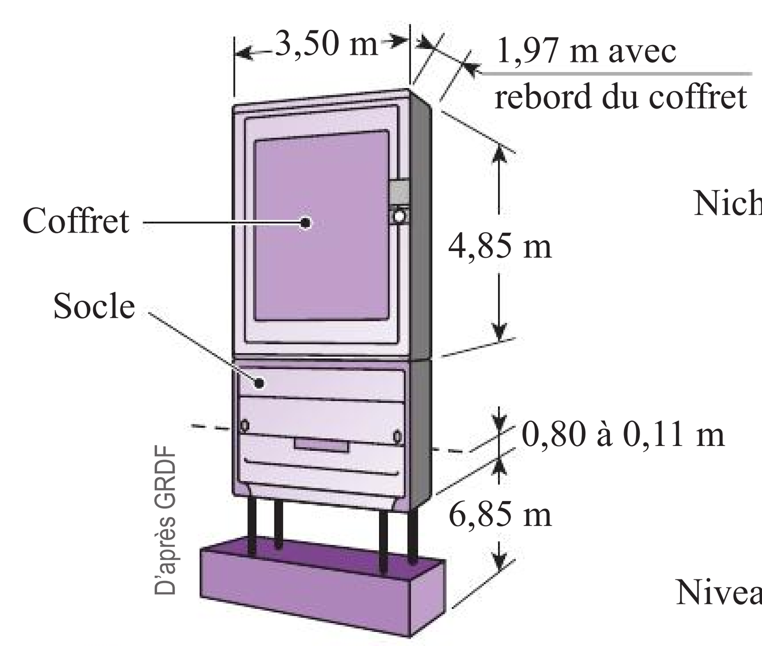
Le branchement d'un habitat individuel est réalisé avec un tuyau en polyéthylène (PE) qui relie la canalisation de distribution publique au poste de comptage en limite de propriété (a). Il est posé dans une tranchée et recouvert d'un dispositif avertisseur de couleur jaune (b), la profondeur entre le niveau du sol fini et haut de la conduite PE étant de 0,70 m. Le coffret, en sillie (c) ou encastré (d), est placé en limite de propriété ; il comprend un organe de coupure, un détendeur éventuel et un compteur d'enregistrement de consommation.



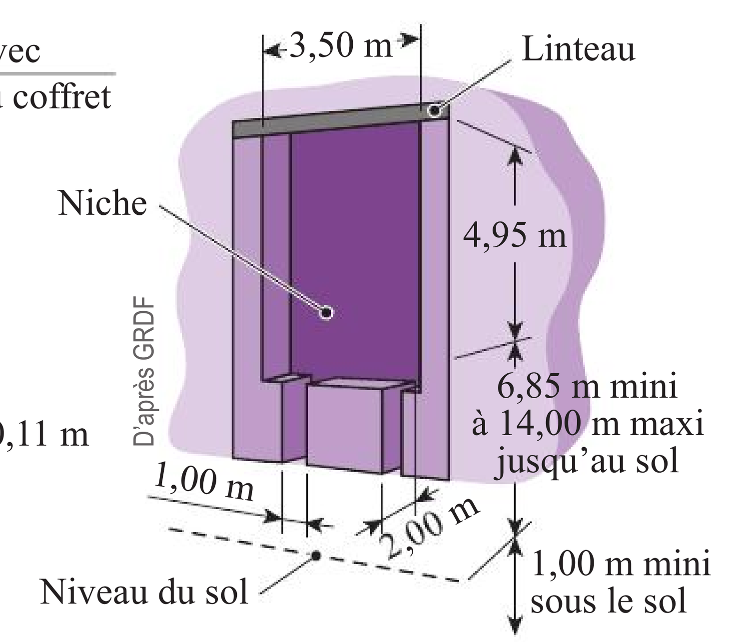
a Dispositions de branchement en propriété privée



b Tranchée commune des réseaux



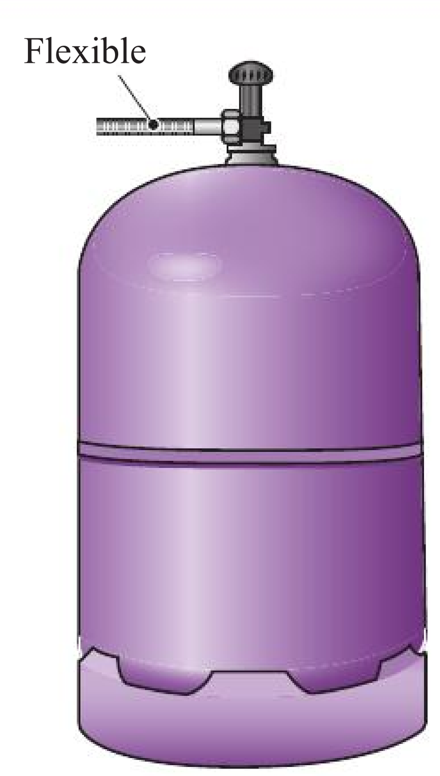
c Coffret gaz sur socle



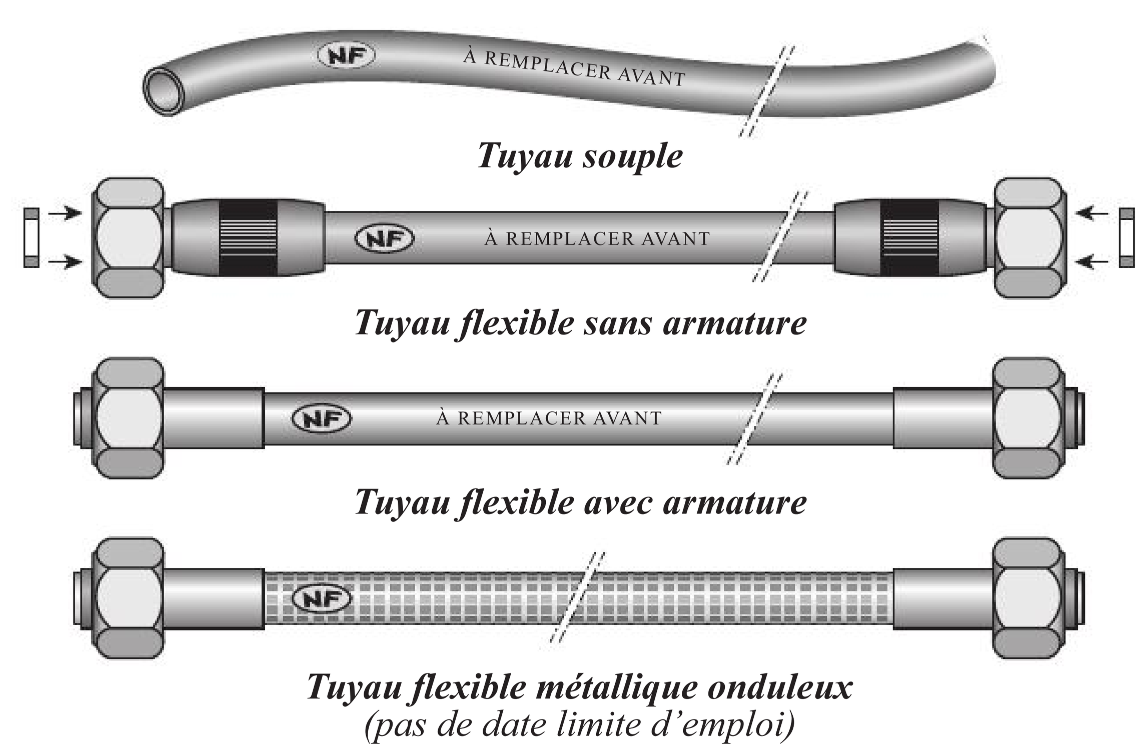
d Encastrement dans un mur

Raccordements butane et propane

Situées à l'intérieur (butane) ou à l'extérieur (propane) des bâtiments, les bouteilles de gaz de pétrole liquéfié (GPL) sont utilisées pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et la cuisson. Le butane ou le propane, dans une bouteille de 13 kg, représente une énergie de 647 MJ ou 179 kWh. Des codes de couleur selon les produits et les marques permettent de distinguer les bouteilles de butane et de propane (a). À l'intérieur des locaux, les canalisations de gaz sont en cuivre ou en acier. Leur durabilité est excellente et elles ne nécessitent pas d'entretien. Les tuyaux souples et flexibles de raccordement aux appareils doivent être remplacés avant la date de péremption inscrite sur chacun d'eux ; les tuyaux flexibles métalliques n'ont pas de limite de validité (b).



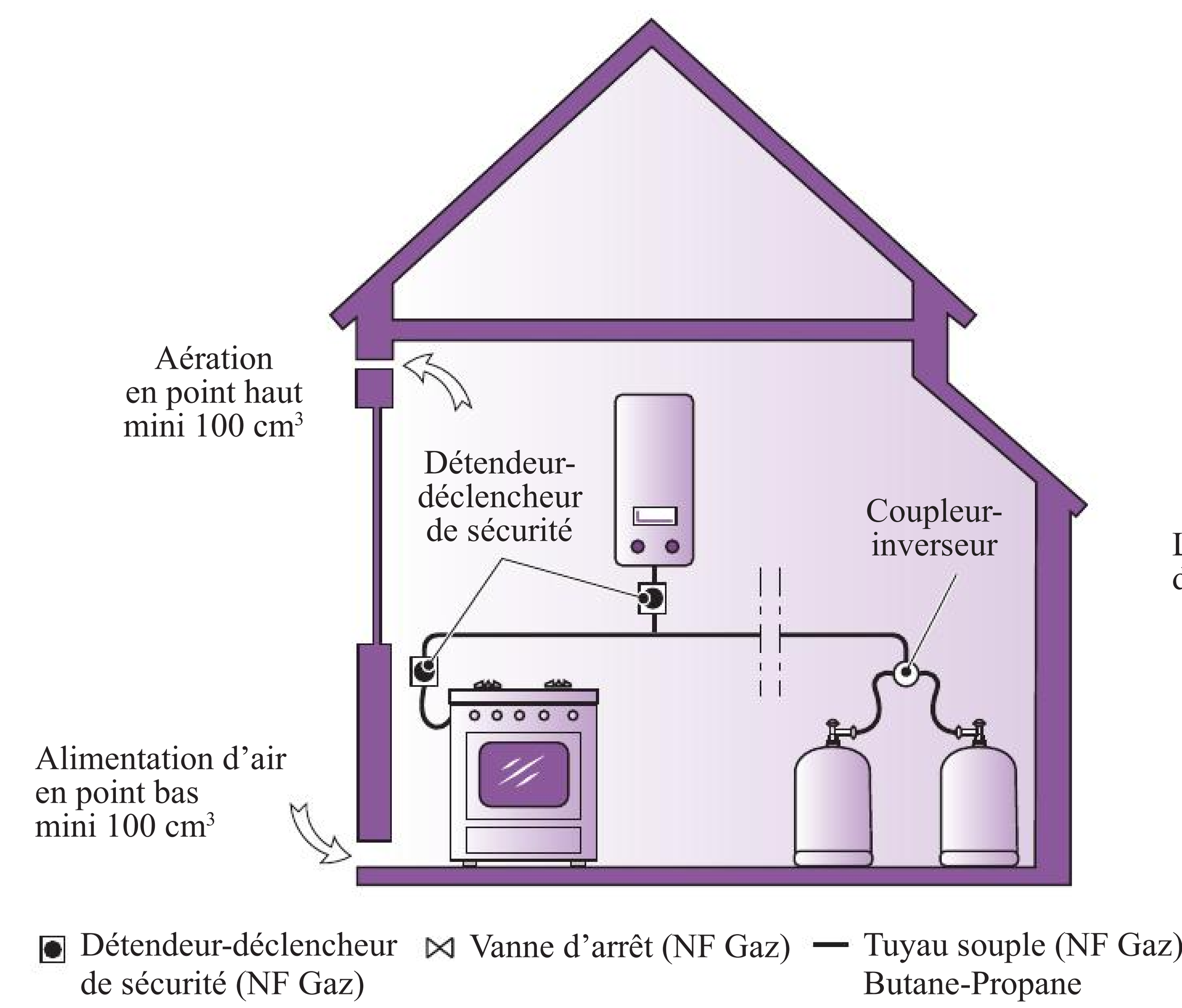
a Bouteille de gaz



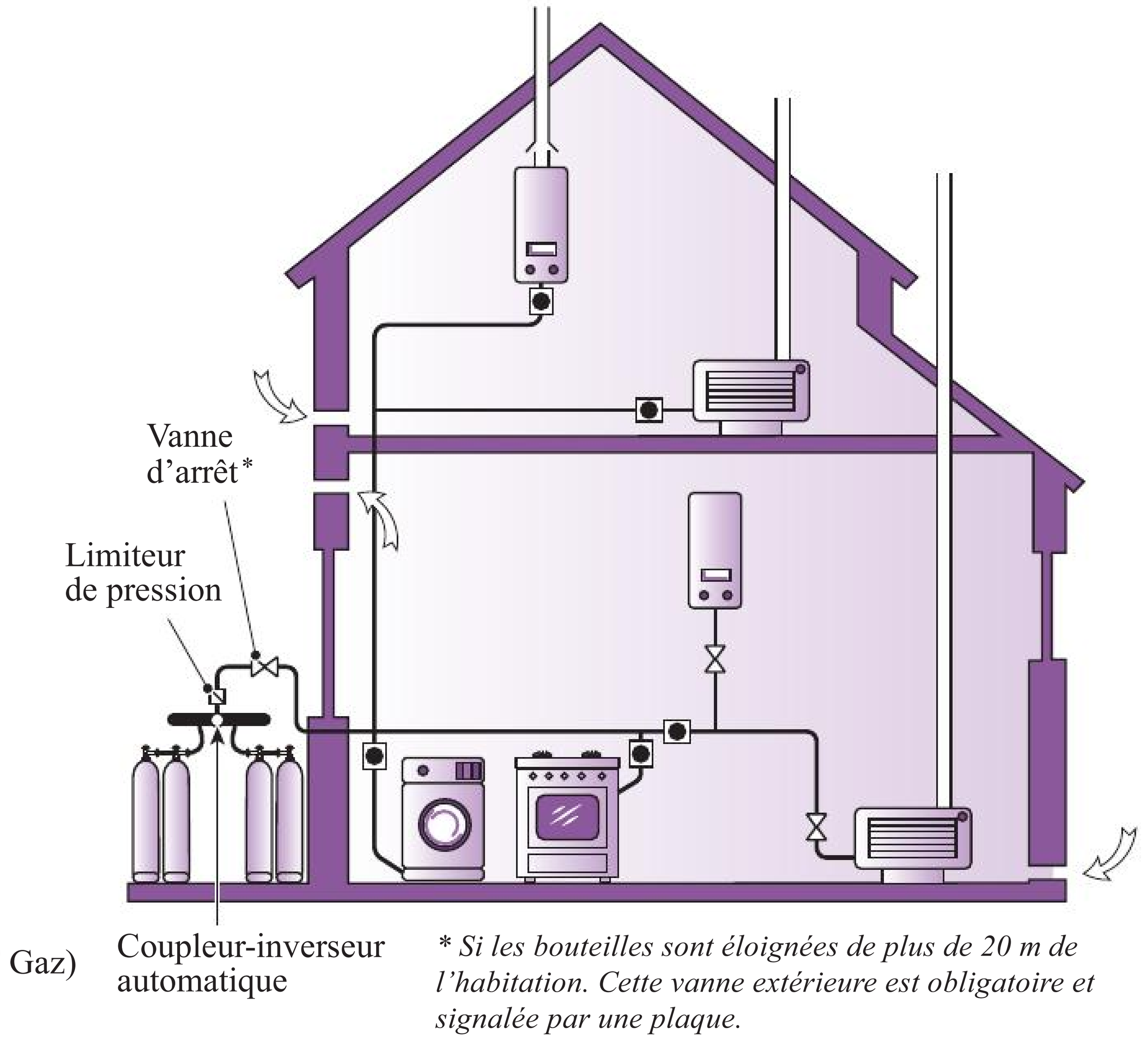
b Flexibles de raccordement

Branchement des appareils au butane et au propane

Les bouteilles de gaz de butane sont stockées généralement à l'intérieur du bâtiment d'habitation (a) pour éviter, en hiver, la liquéfaction du gaz sur le réseau de distribution. L'installation des bouteilles de gaz de propane (b) est obligatoire à l'extérieur des locaux d'habitation. Pour des raisons de sécurité, une ventilation haute et basse doit être prévue.



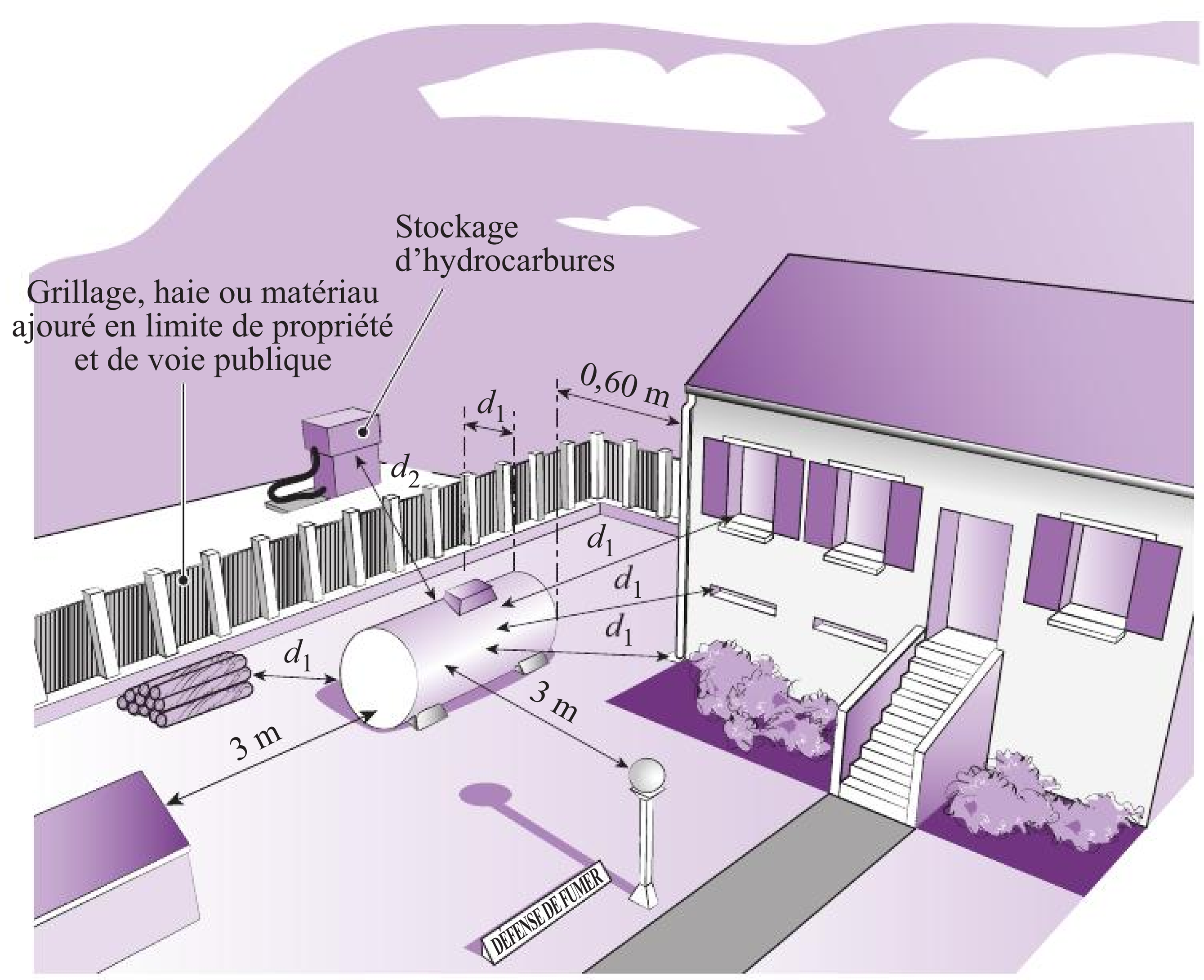
a Exemple de branchement au gaz butane



b Exemple de branchement au gaz propane

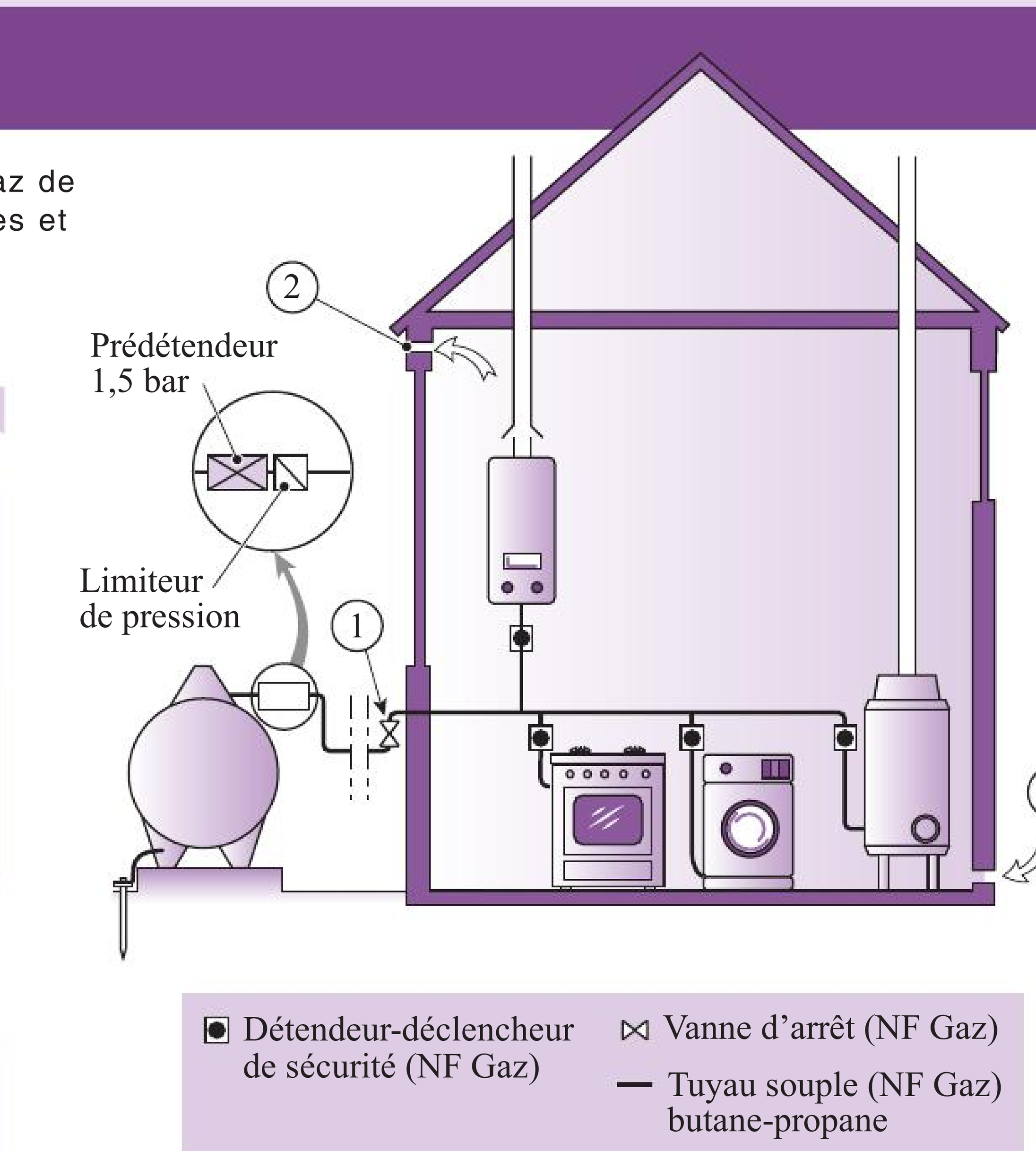
Réservoir fixe GPL

L'utilisation de réservoirs fixes aériens est courante pour l'alimentation en gaz de propane des installations domestiques importantes et industrielles, artisanales et agricoles. Leur installation doivent respecter un certain nombre de distances minimales d'éloignement (a). Le branchement et la ventilation nécessitent le respect des règles de sécurité (b).



d_1 = 3 m et d_2 = 4 m si capacité de la cuve < 3,5 t (8,4 m³)
d_1 = 5 m et d_2 = 6 m si 3 500 kg < capacité de la cuve < 5 000 kg (12 m³)

a Installation d'un réservoir : distances d'éloignement



1 - Vanne d'arrêt général obligatoire si le réservoir est situé à plus de 20 m de l'habitation et conseillée pour les réservoirs enterrés.
2 - Aération haute nécessaire lorsque la base du coupe-tirage se situe à moins de 1,50 m du sol et que d'autres appareils ne sont pas raccordés.
3 - Alimentation d'air en point bas de 100 cm³ au minimum.

b Installation au propane alimentée par un réservoir fixe

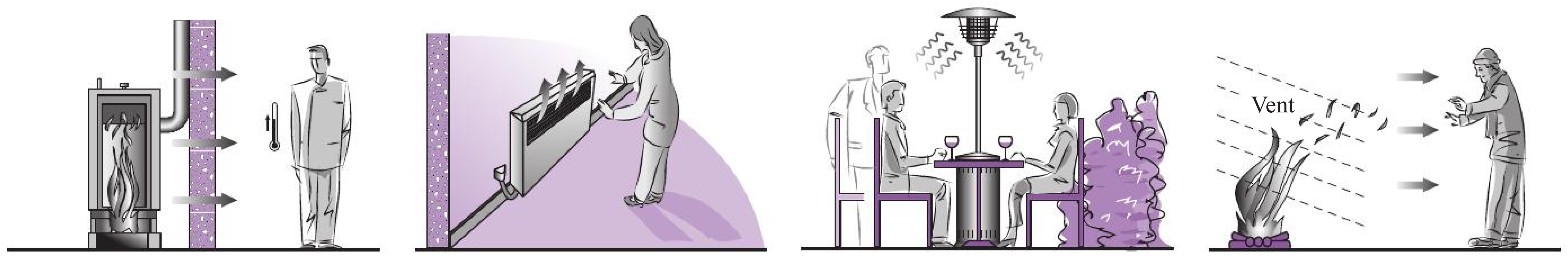
Systèmes de chauffage

Comment ça marche

Les systèmes de chauffage sont distingués par la nature de l'énergie utilisée, qui peut être électrique, gazeuse, liquide (fuel) ou solide (bois, charbon), et le mode de distribution (circulation d'air, d'eau, rayonnement, etc.). Les chaudières sont installées dans des pièces dédiées ou des chaufferies collectives dans lesquelles sont assurés l'évacuation des gaz de combustion, le réglage et la mise en circulation de la chaleur (gaines de distribution d'air chaud, pompe de circulation du fluide caloporteur, etc.). Des organes de sécurité évitent que la température de l'installation ne dépasse 110 °C.

Modes de diffusion de la chaleur

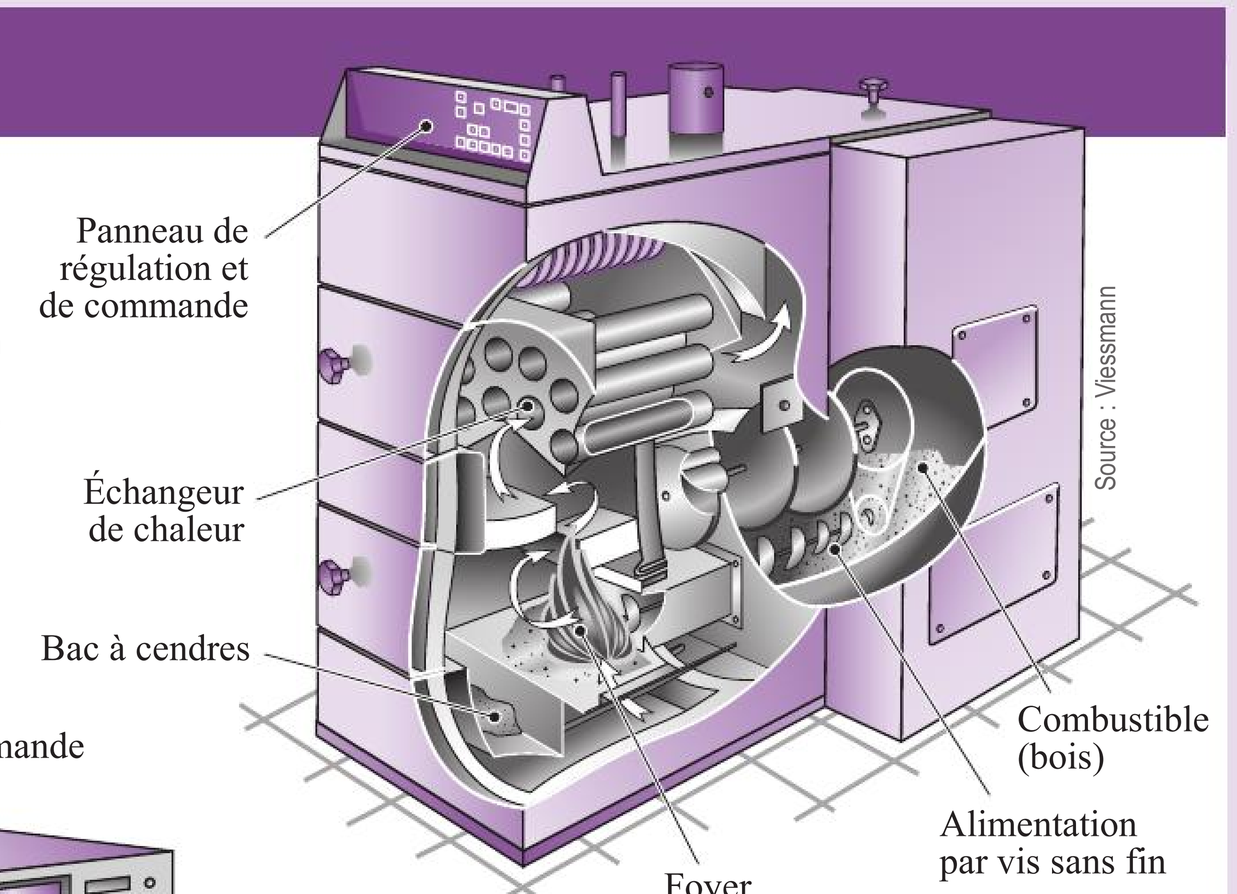
La chaleur se propage principalement selon quatre modes :
- la conduction (a) : le matériau ou le gaz diffusent la chaleur selon leur conductivité thermique ;
- la convection (b) : la variation de la masse volumique de l'air en fonction de sa température provoque son déplacement. L'air chaud, plus léger, se déplace verticalement vers le haut ;
- le rayonnement (c) : c'est la diffusion de chaleur par rayonnement de flammes ou d'un corps chauffé (tubes radiants) ;
- le transport (d) : la diffusion de la chaleur s'effectue par déplacement de l'air ou d'un gaz chaud, naturellement ou mécaniquement provoqué.



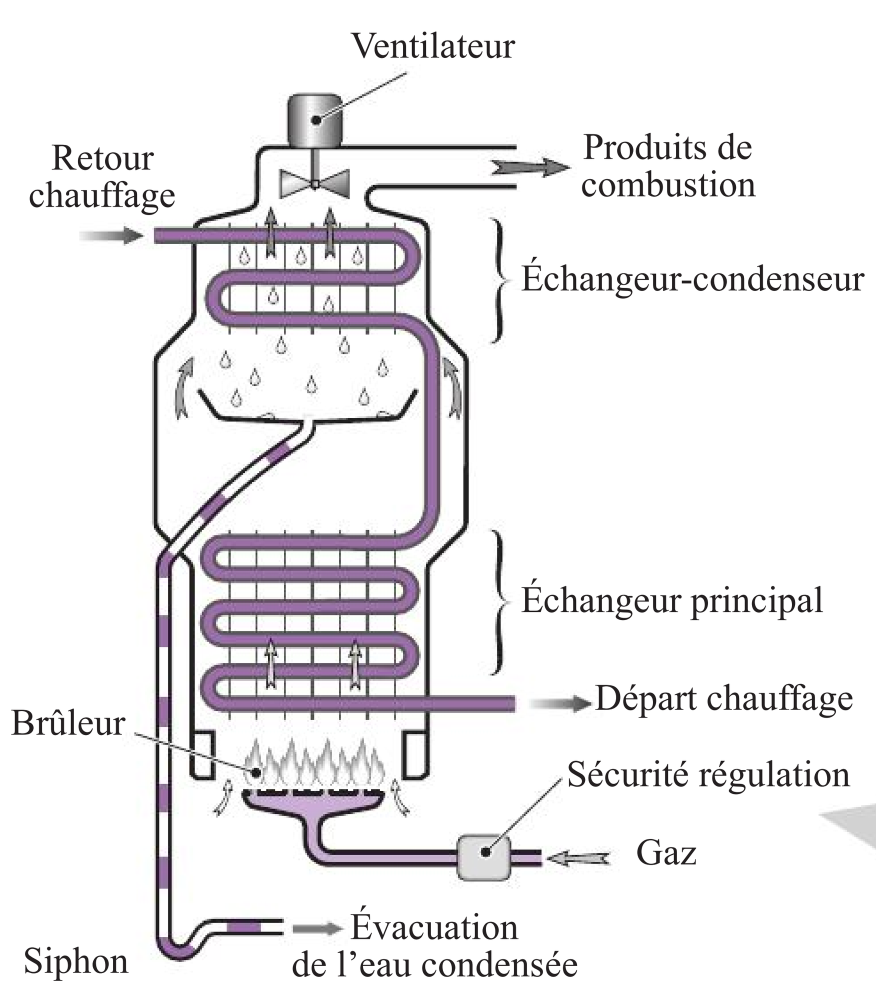
a Conduction — b Convection — c Rayonnement — d Transport

Chaudières et convecteurs

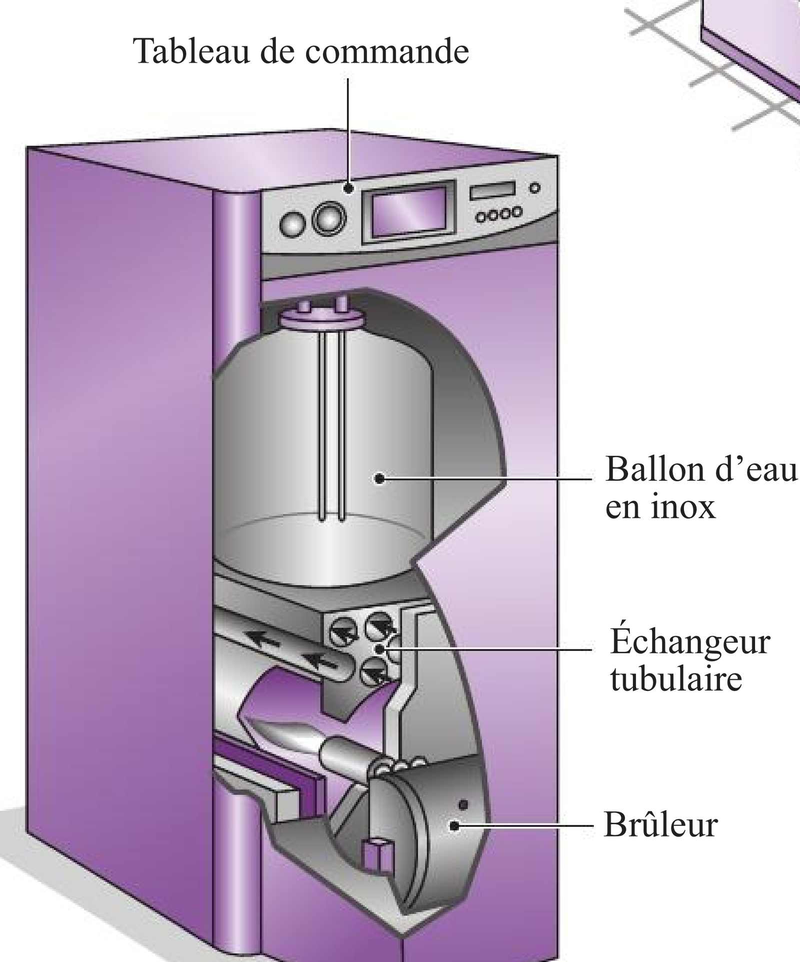
Les chaudières de chauffage central fixées au mur fonctionnent principalement au gaz. Les systèmes à condensation (a) permettent d'améliorer le rendement de la chaudière en récupérant la chaleur contenue dans la vapeur d'eau des fumées de combustion. Ce type d'appareil permet l'utilisation d'une microventouse pour évacuer les produits de combustion vers l'extérieur sans avoir recours à un conduit de fumées. Les chaudières posées au sol utilisent le fuel (b), le bois (c), le charbon ou le gaz. Les convecteurs sont des appareils électriques individuels à convection naturelle ou forcée (d). L'air s'échauffe au contact d'une résistance chauffante et s'élève naturellement. Dans les pièces importantes, l'uniformité de la température est obtenue en installant plusieurs convecteurs.



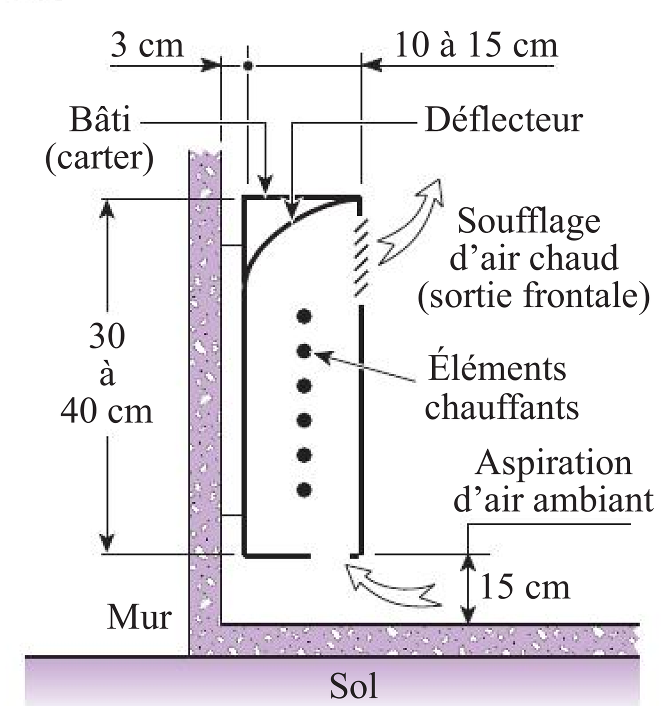
c Chaudière à bois déchiqueté



a Chaudière à condensation à gaz



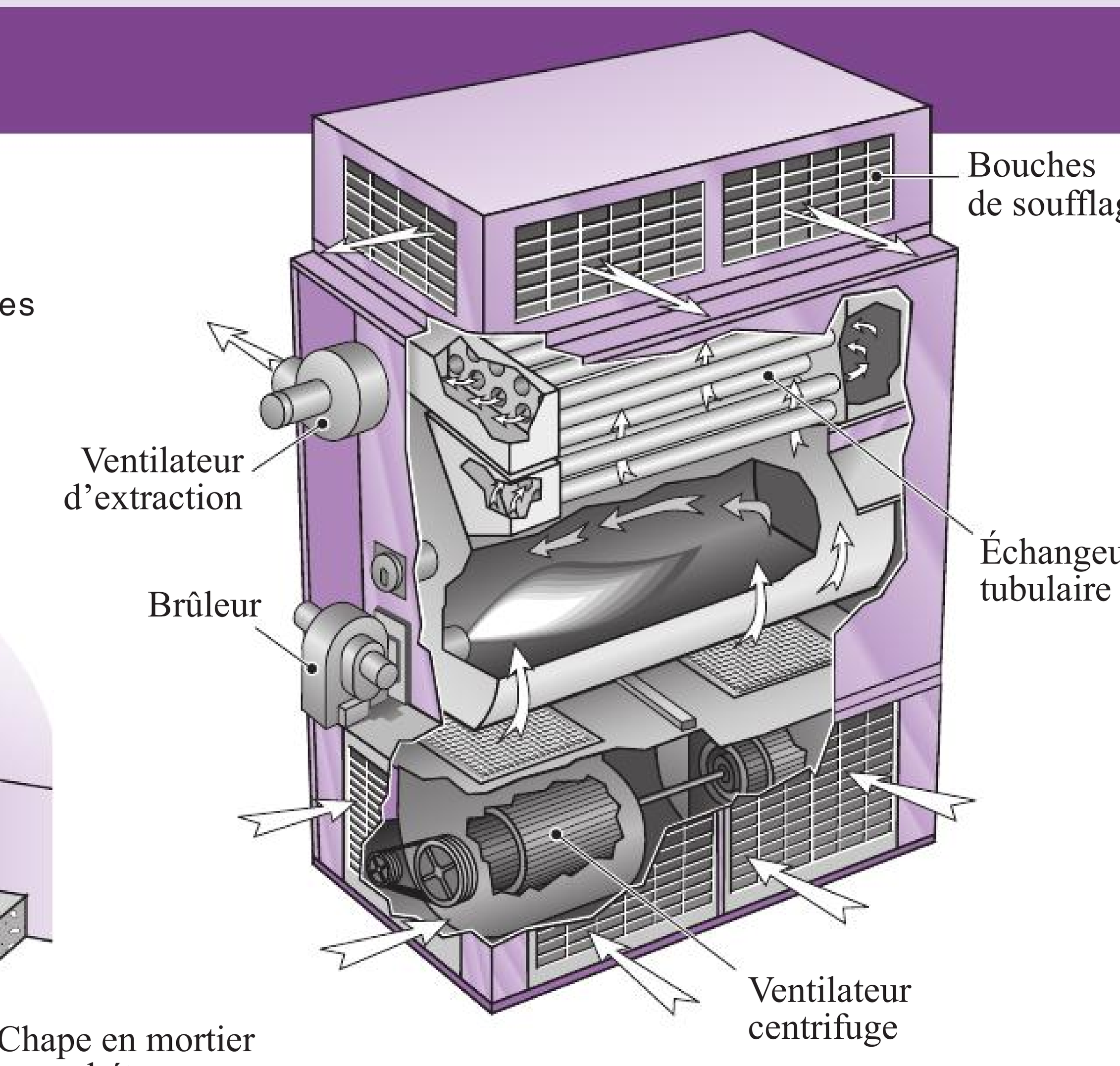
b Chaudière à fuel



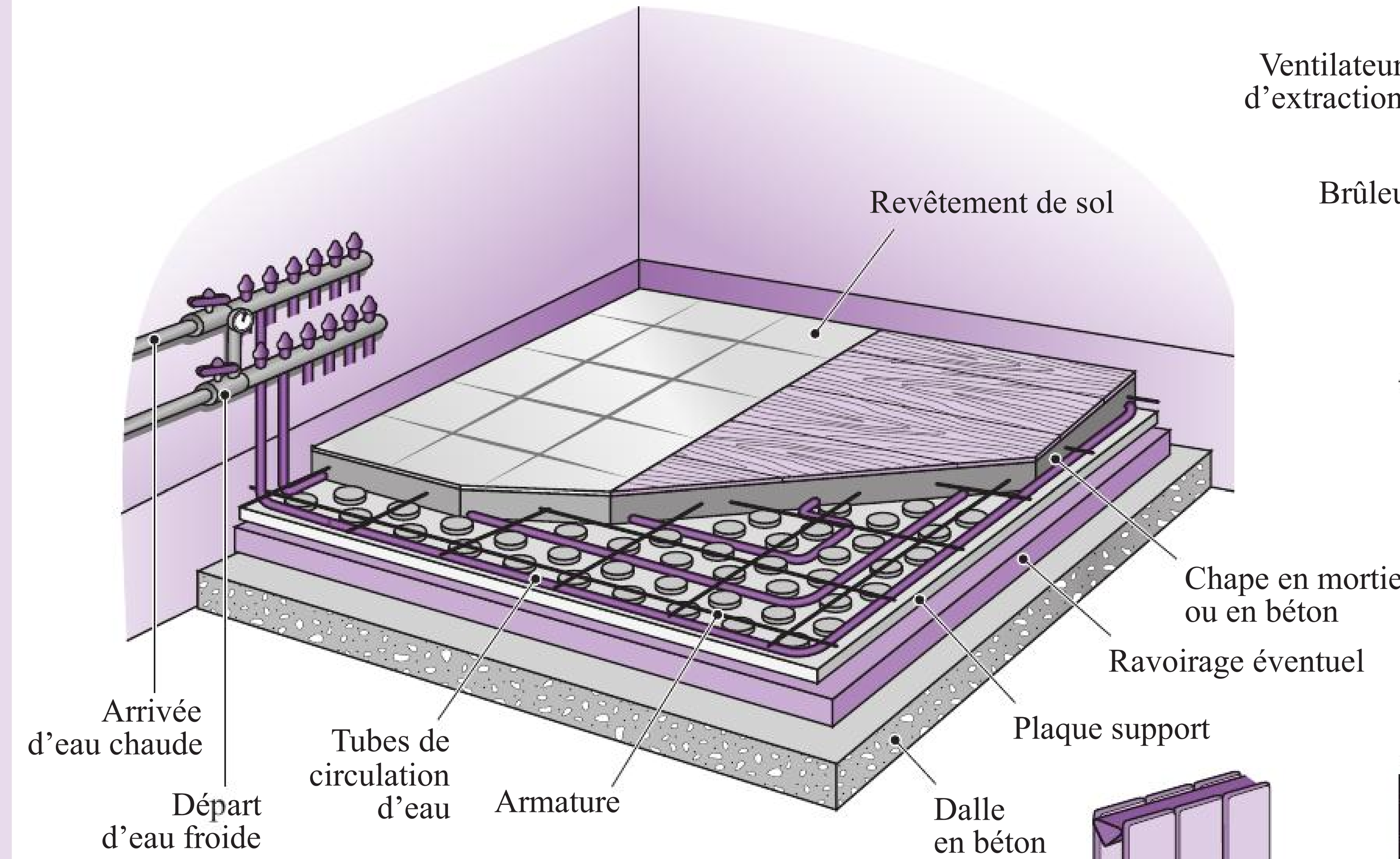
d Convecteur électrique

Distribution

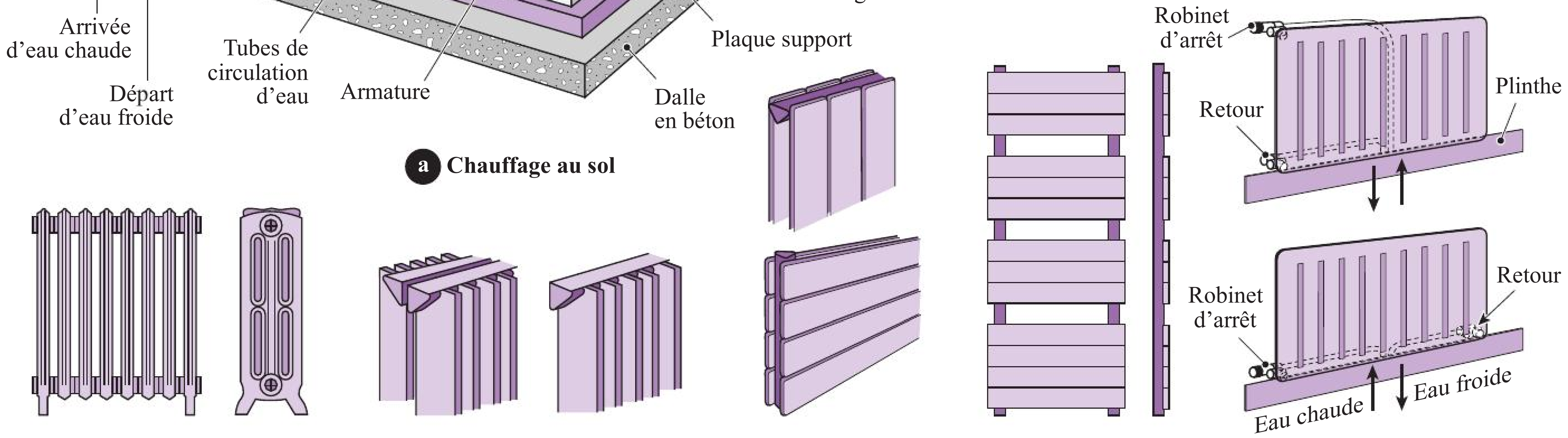
La distribution assure l'acheminement de la chaleur dans les pièces. Sont distingués les systèmes à circulation d'eau chaude alimentés par des canalisations (plancher chauffant (a) ou radiateurs (b)) et les systèmes à circulation d'air chaud (générateur d'air chaud pulsé (c)), constitués de gaines de distribution et de bouches de soufflage.



c Générateur d'air chaud pulsé



a Chauffage au sol

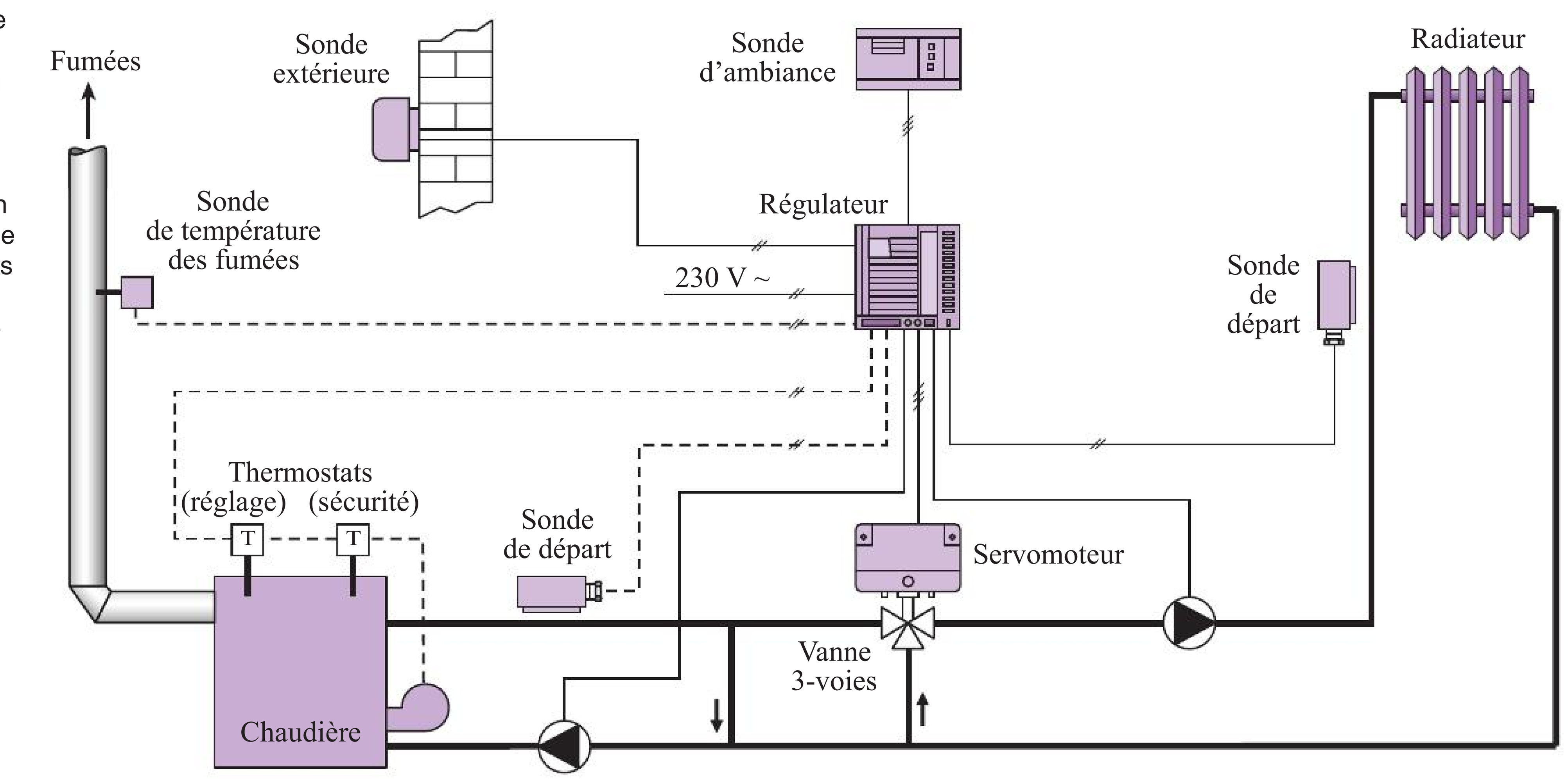


En fonte — *En acier* — *Panneaux* — *Sèche-serviettes* — *Raccordement*

b Radiateurs

Régulation

La température intérieure de confort doit être assurée par la régulation quelle que soit la température extérieure ; la régulation est :
- centralisée à l'aide d'un thermostat et d'une sonde d'ambiance installée dans une pièce principale et fournissant une température de référence à un régulateur connecté à la chaudière ;
- localisée par pièce à l'aide de robinets thermostatiques pour les radiateurs à eau chaude ou des thermostats électromécaniques pour les convecteurs.



Régulation de chauffage dans un ensemble résidentiel

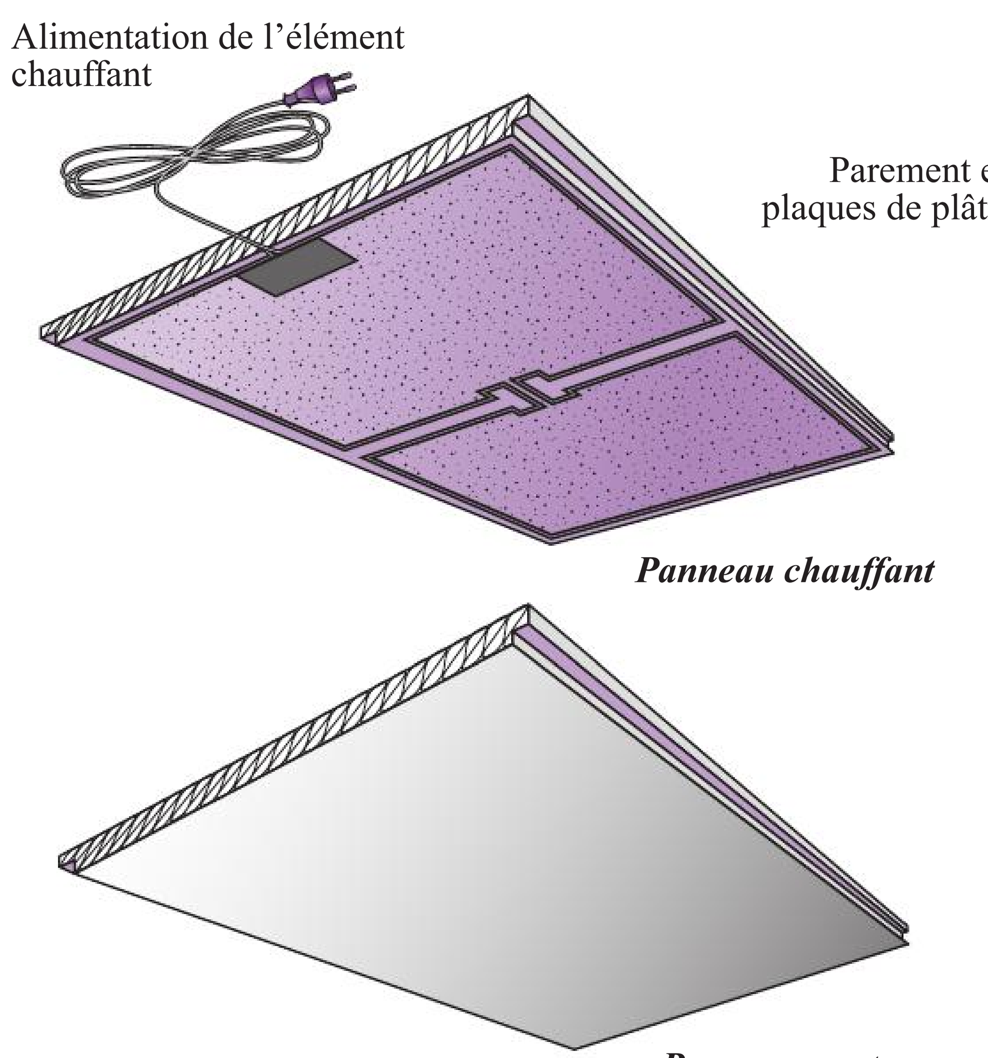
Plafonds et planchers rayonnants

Comment ça marche

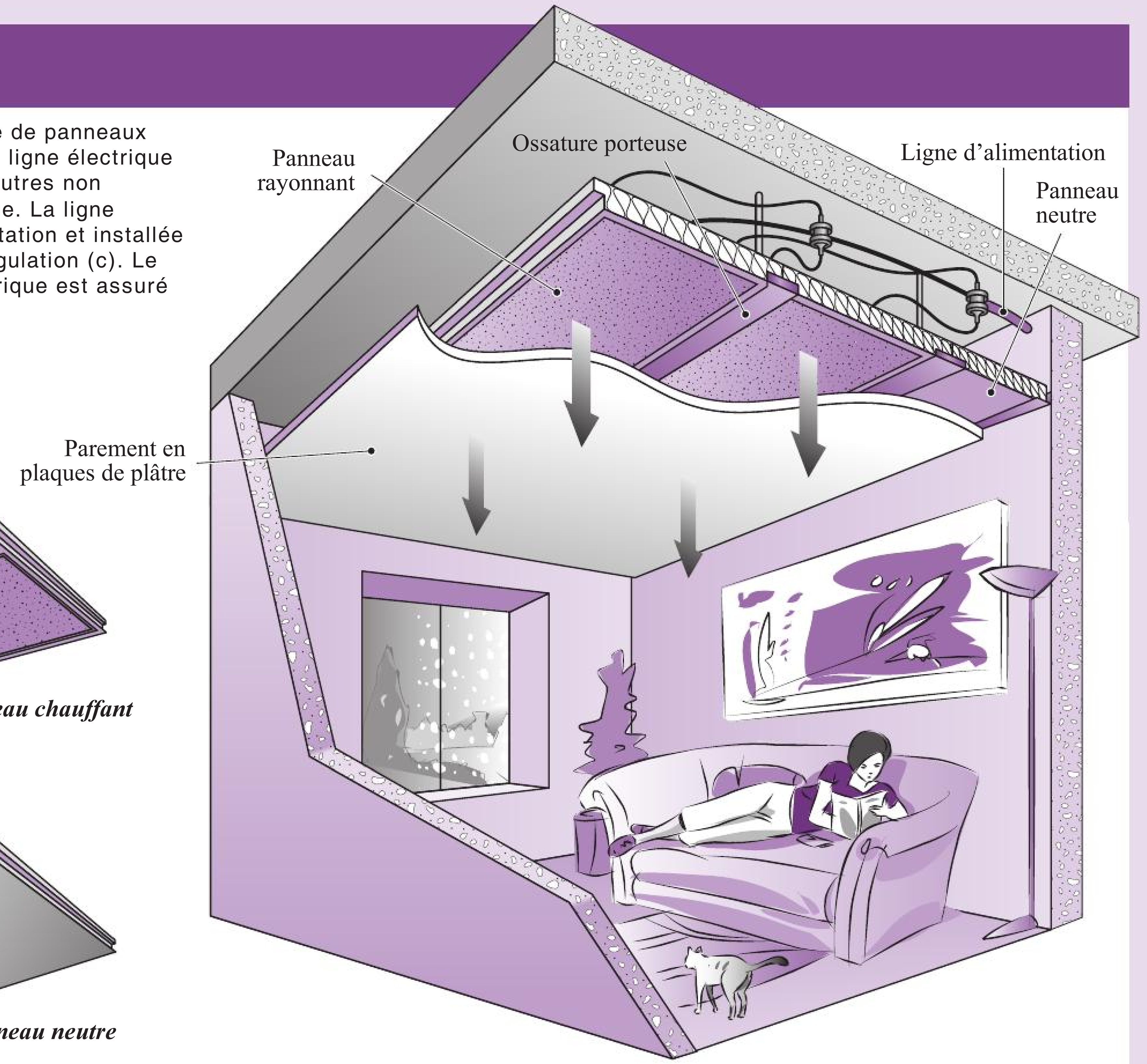
Les plafonds rayonnants (PRP) et les planchers rayonnants (PRE) sont deux systèmes de chauffage électriques à basse température intégrés aux parois. Les PRP utilisent la technique du plafond en plaques de parement de plâtre fixées sur une ossature métallique porteuse, leur température moyenne de surface étant inférieure à 35 °C. Les PRE, composés de câbles électriques chauffants, reposent sur un isolant thermique servant à orienter le flux de chaleur vers le local à chauffer ; une chape flottante assure la diffusion de la chaleur, la température du sol étant limitée à 28 °C.

Plafonds rayonnants

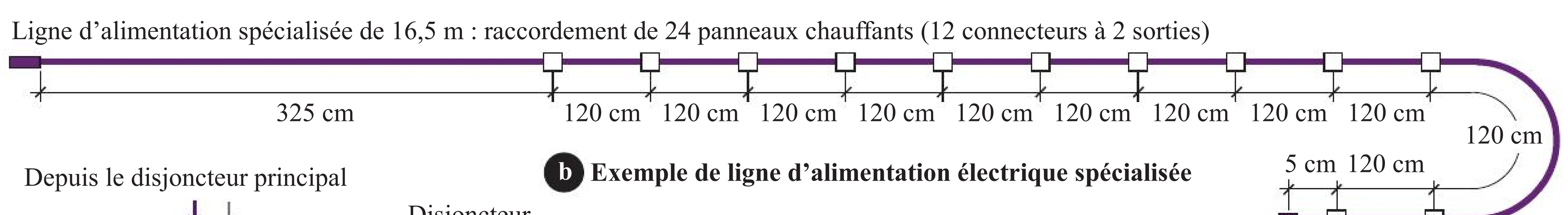
Un plafond rayonnant en plâtre est constitué de panneaux chauffants électriques (a) alimentés par une ligne électrique spéciale préfabriquée (b) et de panneaux neutres non chauffants posés sur une ossature métallique. La ligne électrique est raccordée au réseau d'alimentation et installée dans le plénum ; un thermostat assure la régulation (c). Le raccordement des panneaux à la ligne électrique est assuré par des prises spécifiques (d).



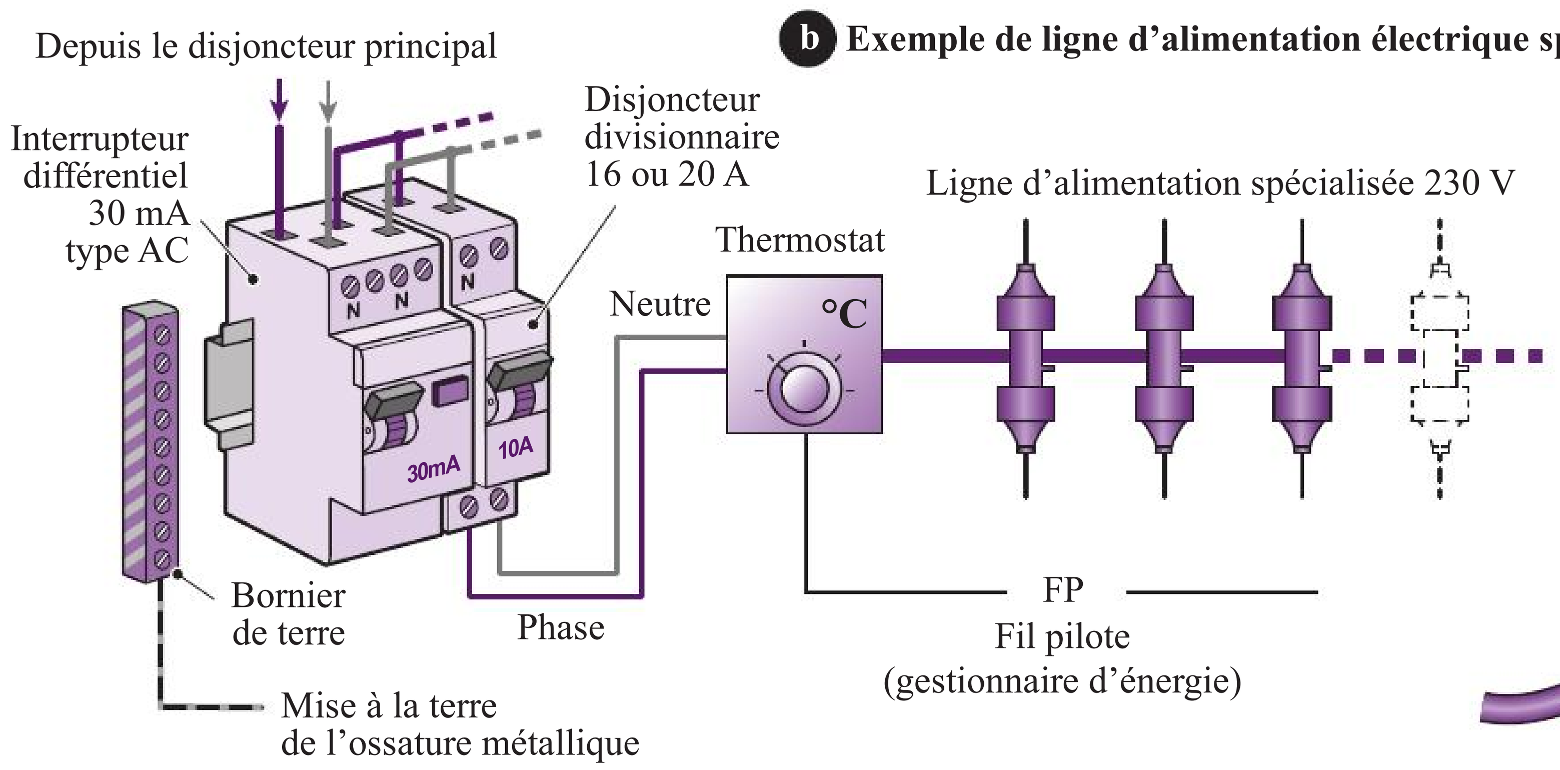
a Panneaux



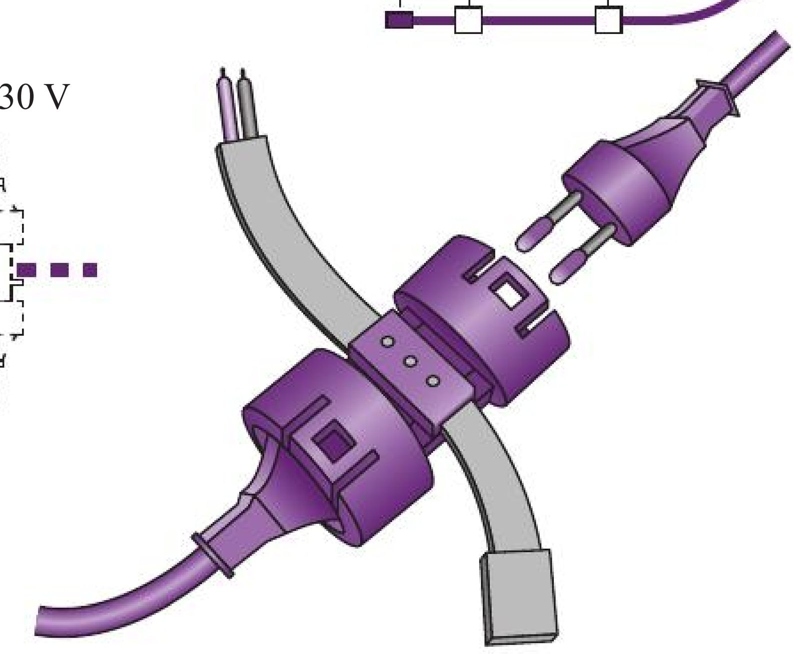
Éléments d'un plafond rayonnant



b Exemple de ligne d'alimentation électrique spécialisée



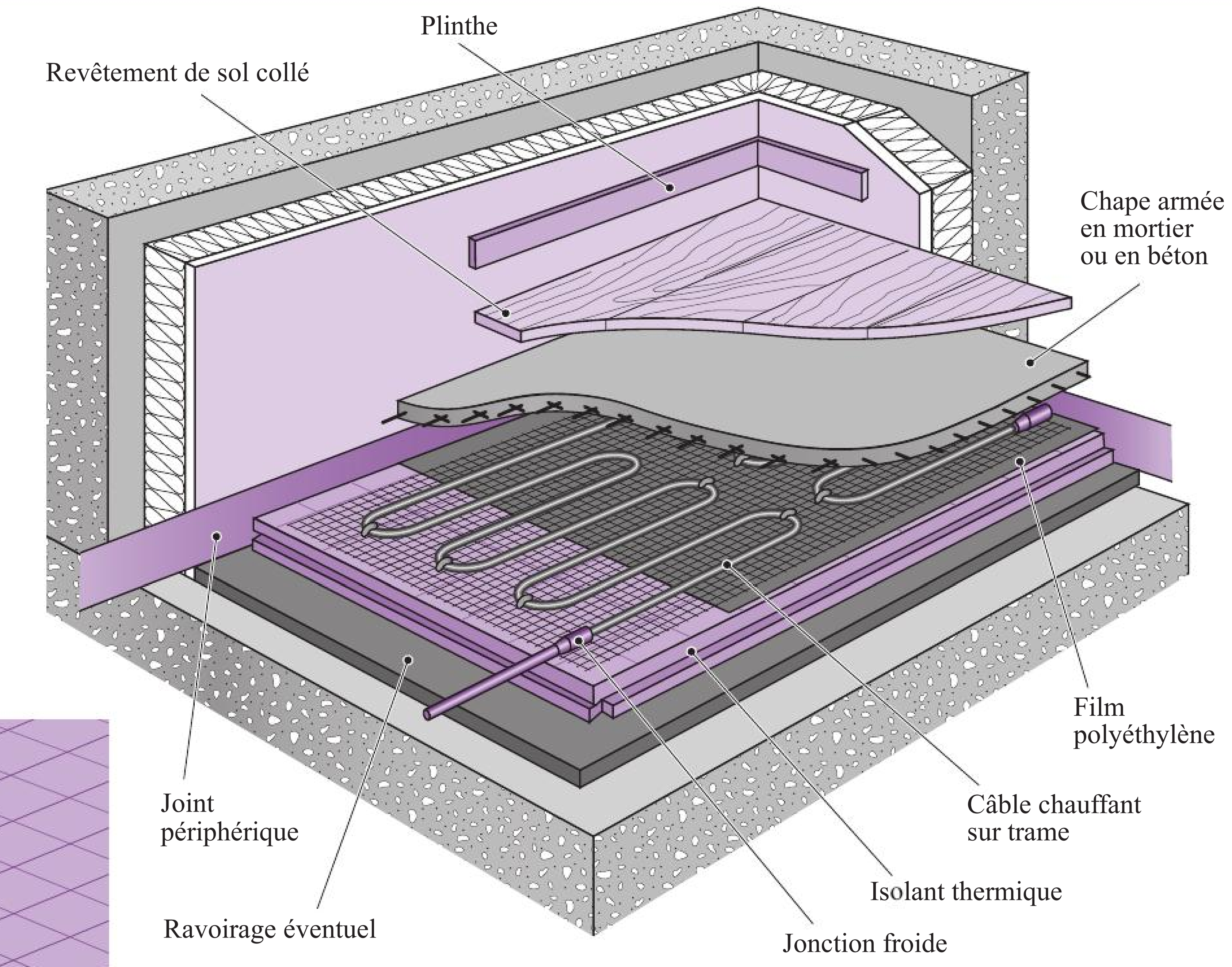
c Commande électrique



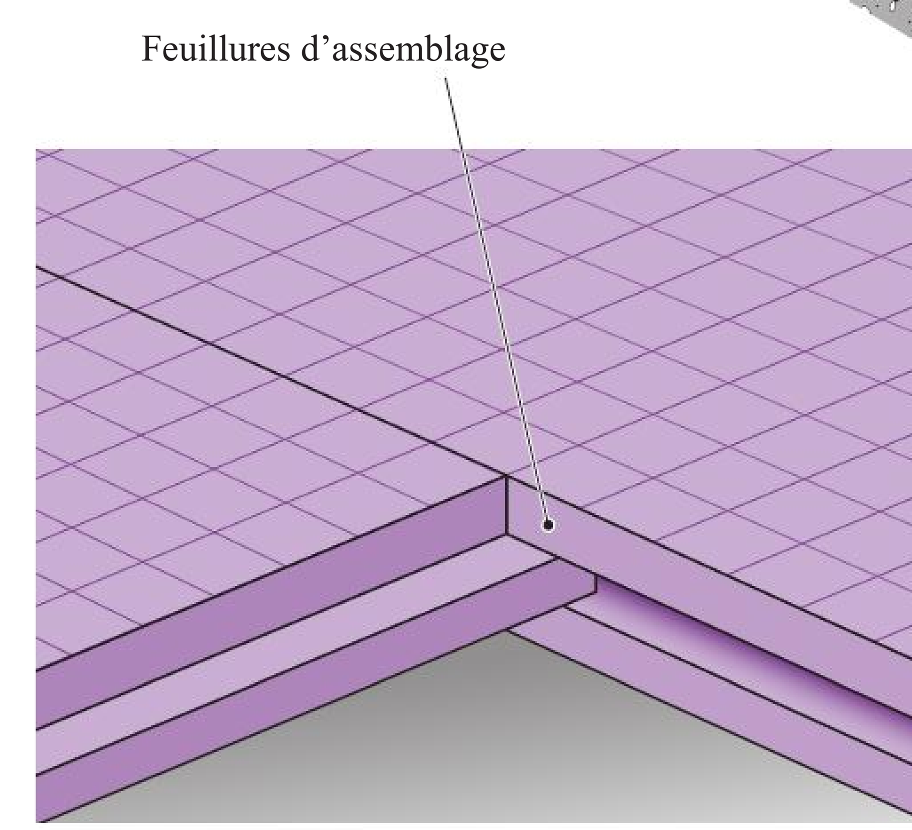
d Raccordement électrique des panneaux

Planchers rayonnants

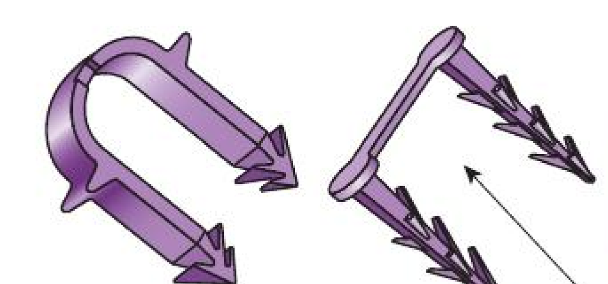
Un plancher rayonnant est constitué de panneaux isolants (a) en laine de roche ou en plastique alvéolaire, à bords droits ou à feuillures d'emboîtement. Une bande à rabat adhésif en matériaux résilients assure l'isolation thermique périphérique et un film en polyéthylène protège l'isolant. Les éléments chauffants conditionnés en trame (b) ou en couronne sont fixés sur l'isolant au moyen de bandes adhésives double face ou de cavaliers de fixation (c) après avoir été découpés (d). Une chape armée de recouvrement en mortier ou en béton sert de support au revêtement de sol qui peut être du parquet, du carrelage, des revêtements textiles ou synthétiques (posés ou coulés à base de résine).



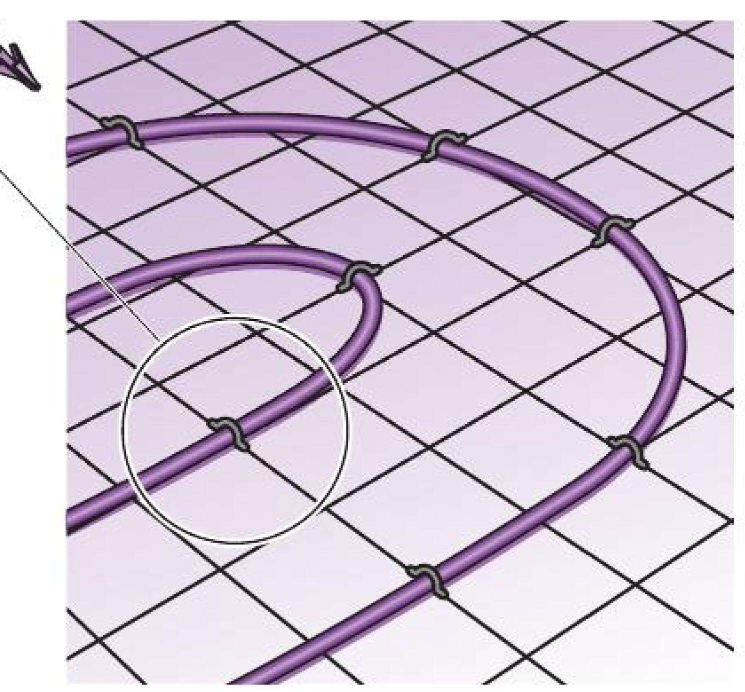
Éléments d'un plancher rayonnant



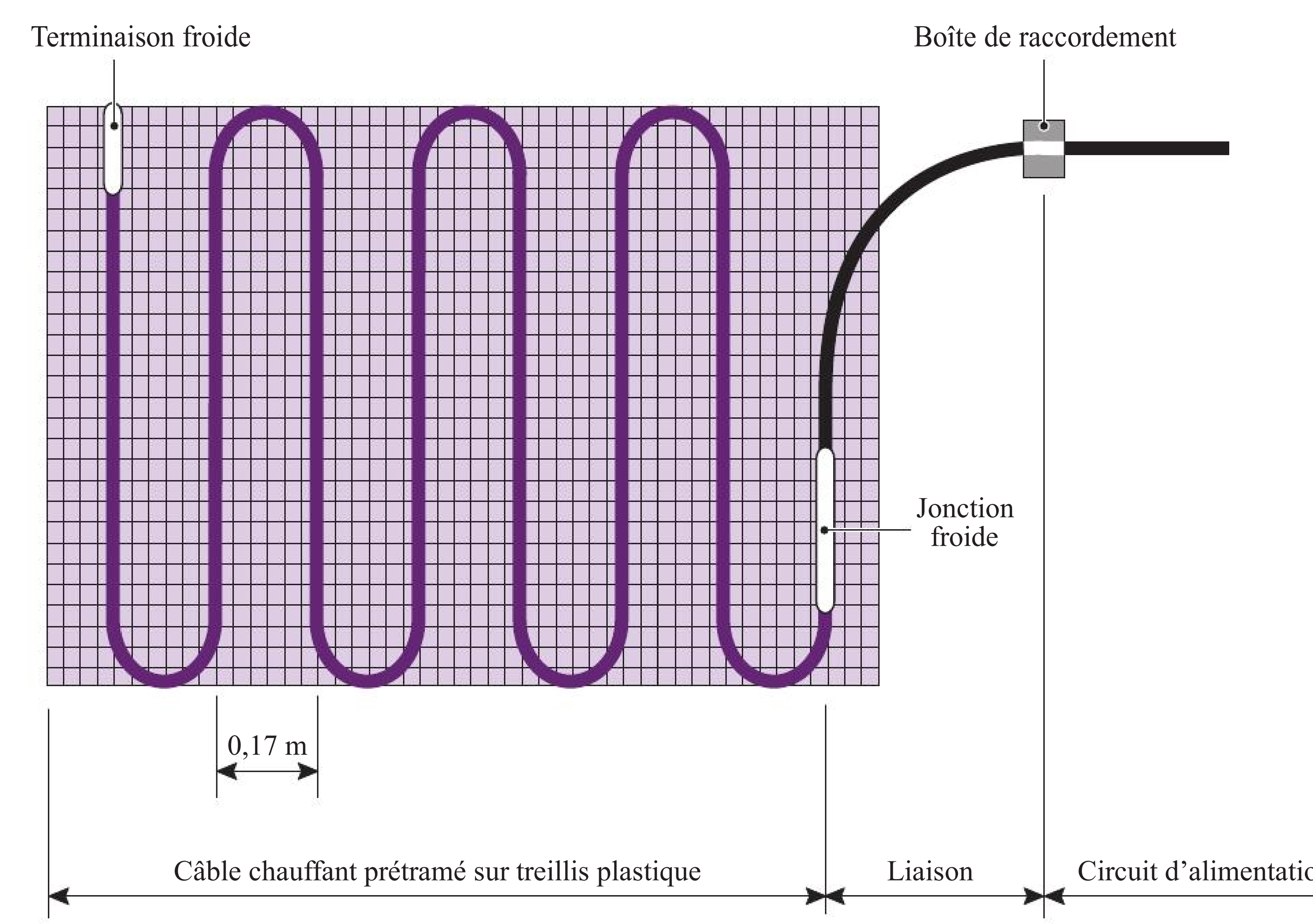
a Panneaux isolants



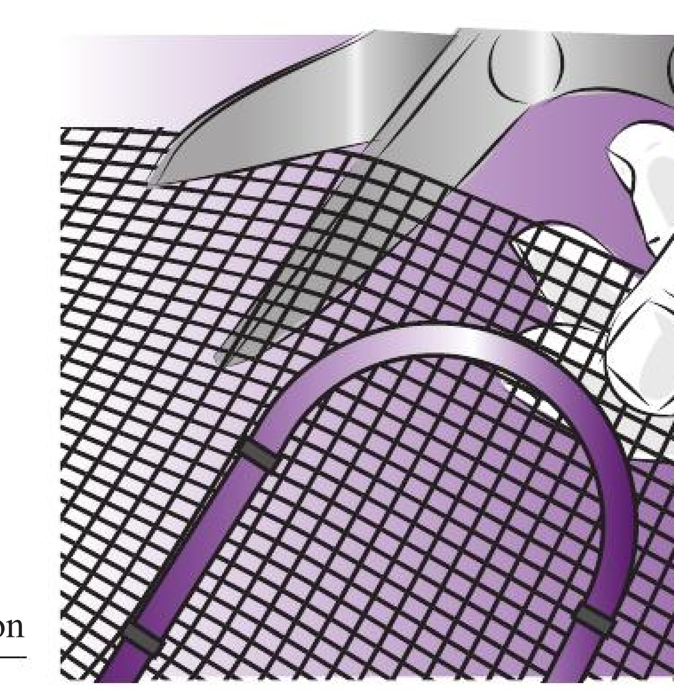
Cavaliers de fixation



c Fixation par cavalier



b Élément chauffant conditionné en trame



d Découpe de la trame

Cheminées à foyer ouvert

Comment ça marche

Les cheminées à foyer ouvert sont notamment constituées d'une dalle foyère qui isole du sol le matériau combustible, généralement du bois. Elles sont surmontées par un conduit qui évacue vers l'extérieur les gaz brûlés. D'un rendement médiocre, les cheminées domestiques peuvent être équipées de différents systèmes de récupération de chaleur qui chauffent l'air ou l'eau, pour les répartir dans les pièces par des gaines puis des bouches d'air ou par des radiateurs.

Vocabulaire

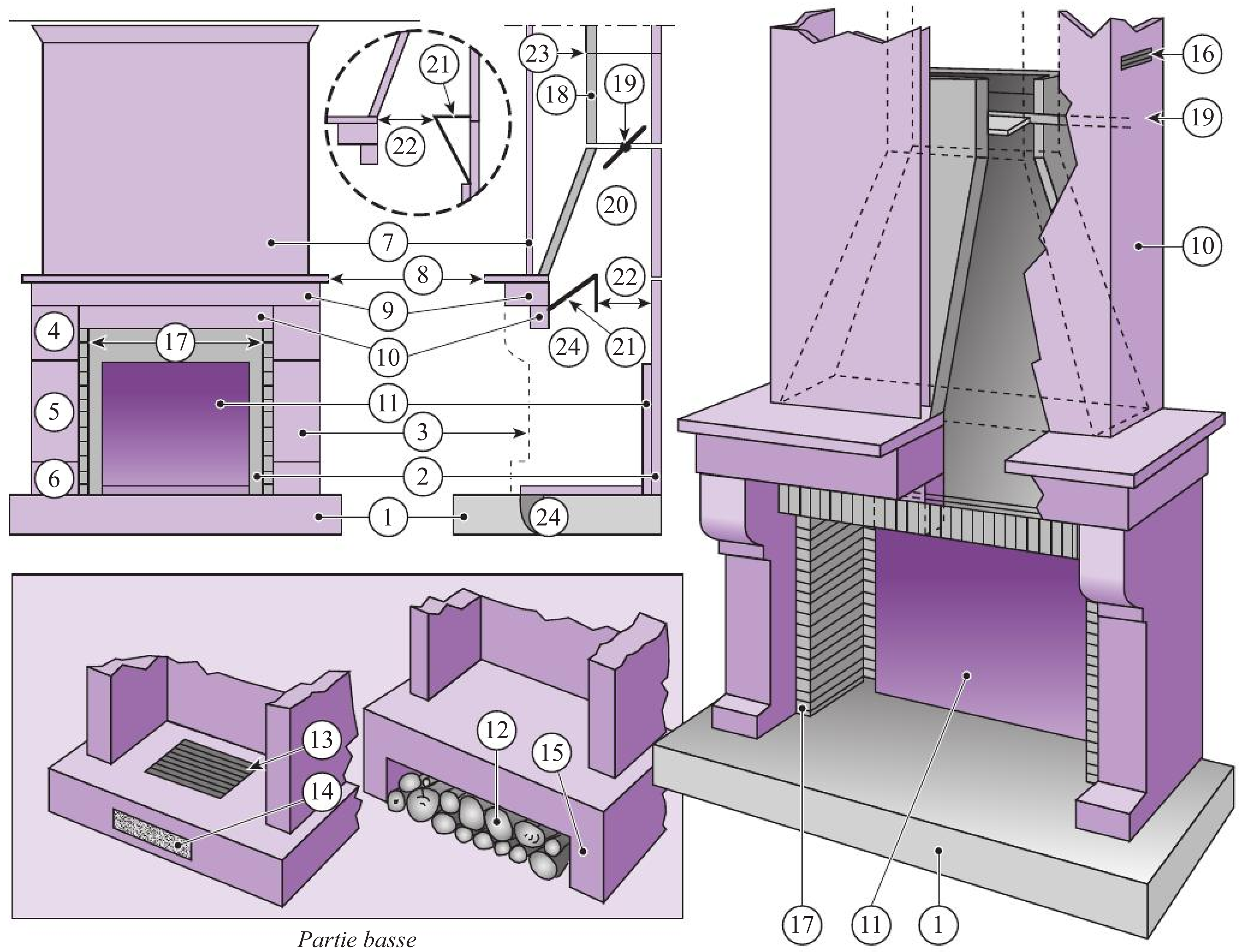
Les éléments composant une cheminée sont classés en deux familles : les parties visibles (foyer, linteau, hotte, etc.) et les parties cachées (aménagements intérieurs de la hotte, arrivées d'air, conduit, etc.). Ces éléments sont présents dans la plupart des cheminées à foyer ouvert traditionnelles.

Parties visibles

1 - Sole ou dalle foyère
2 - Fond ou cœur de cheminée
3 - Pieds, côtés ou jambages
4 - Corbeau
5 - Pied central
6 - Sabot
7 - Hotte ou manteau
8 - Tablette
9 - Linteau
10 - Bandeau ou fronton
11 - Plaque ou taque ou contrecœur
12 - Bûcher ou niche à bois
13 - Cendrier
14 - Tiroir du cendrier
15 - Support de dalle
16 - Sorties d'air chaud
17 - Muret de doublage

Parties cachées

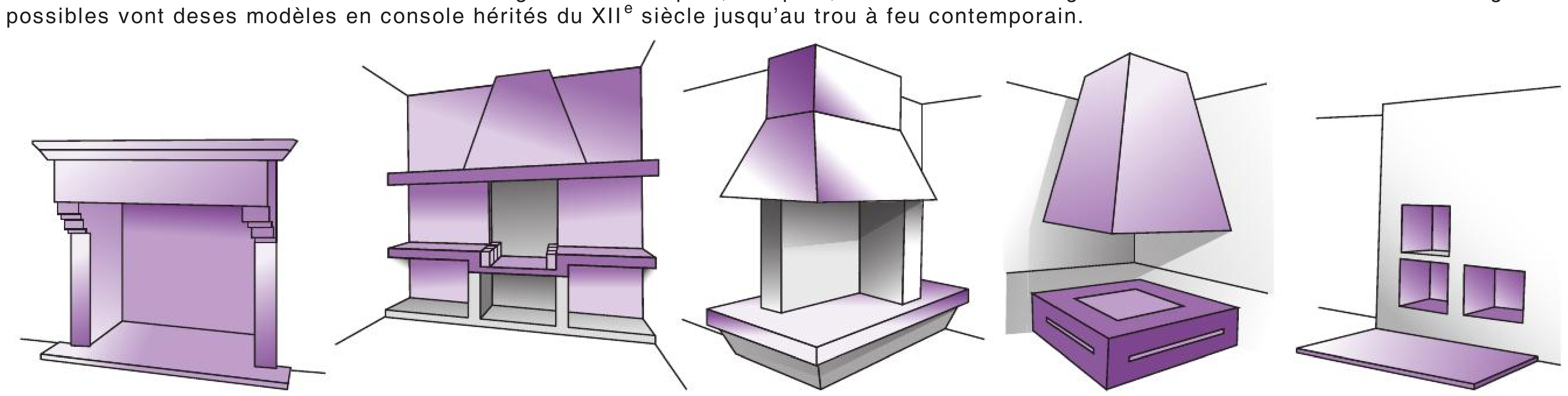
18 - Conduit en boisseaux
19 - Trappe
20 - Avaloir ou chambre à fumée
21 - Tablette antirefoulement
22 - Gorge
23 - Joint de conduit
24 - Arrivée d'air frais



Vocabulaire d'une cheminée

Modèles de cheminées

Les cheminées sont choisies en fonction d'exigences techniques, d'aspect, de sécurité et d'intégration dans la construction. Les configurations possibles vont deses modèles en console hérités du XII[e] siècle jusqu'au trou à feu contemporain.



En console — *Foyer surélevé sur bûcher* — *En épi* — *Central avec hotte métallique* — *Contemporain (trou à feu)*

Modèles de cheminées

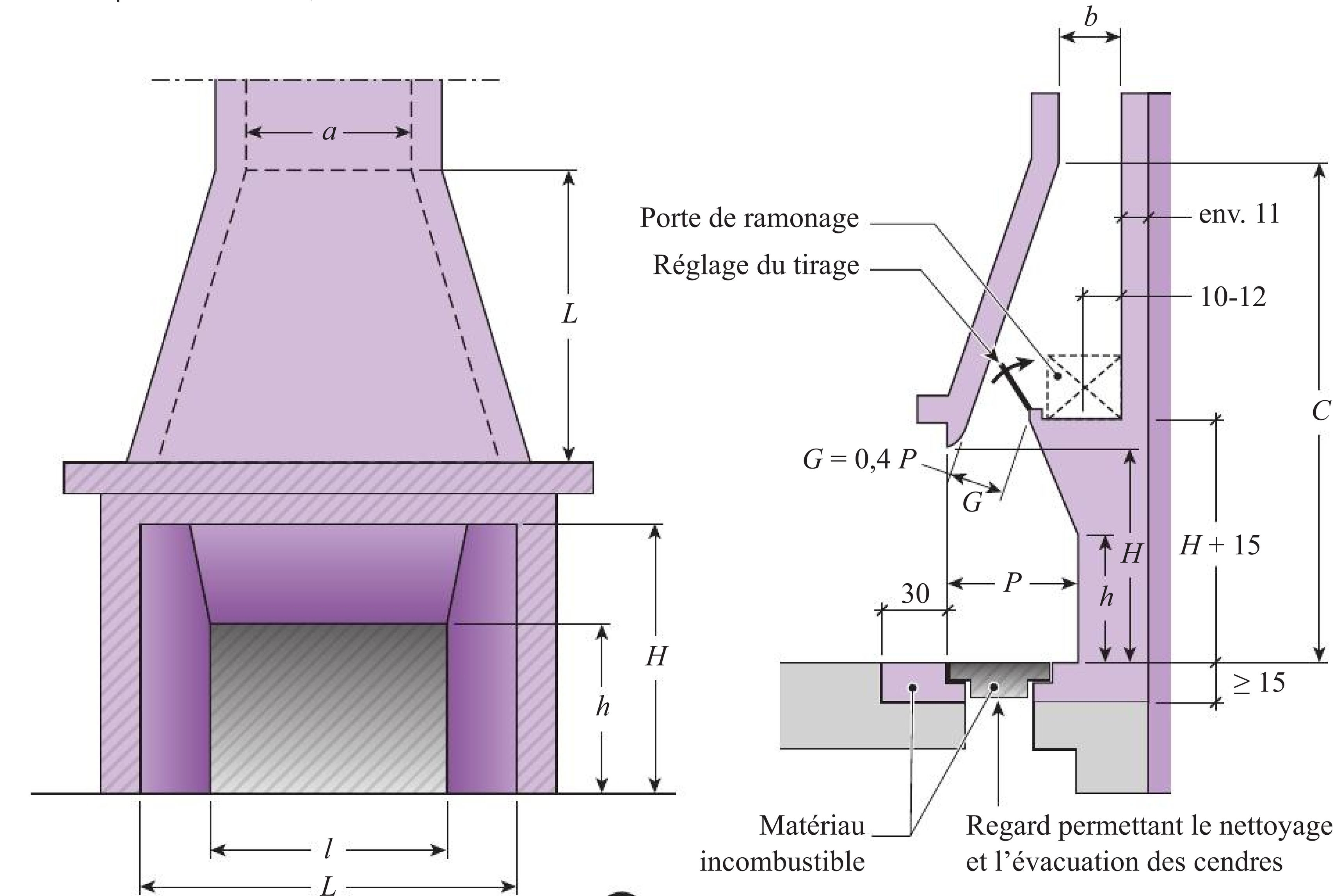
Dimensionnement

Les prescriptions de dimensionnement (a) et (b) permettent d'assurer la sécurité des personnes et le bon fonctionnement des cheminées :
- section du conduit : la section S du conduit d'évacuation doit être égale au 1/10 de la surface d'ouverture du foyer ($L \times H$), lorsque la hauteur du conduit n'excède pas 10 m. Pour que la cheminée fonctionne correctement, la section S du conduit ne doit toutefois pas être inférieure à 400 cm². $S \geq H \times L/10$ (mini. 400 cm²) ;
- dévoiement du conduit : le dévoiement des conduits ne doit pas dépasser un angle de 20° par rapport à la verticale. S'il s'agit d'un conduit sans rugosité d'une hauteur inférieure à 5 m, l'angle peut être supérieur à 20° sans toutefois dépasser 45°. Dans certaines régions, toute déviation des conduits est interdite ;
- distances minimales : la distance au feu entre le conduit et les matériaux combustibles les plus proches est déterminée en fonction de la classe de température et de la résistance thermique du conduit ;
- surface d'ouverture du foyer : la surface ($H \times L$) d'ouverture du foyer doit représenter 2 % du volume d'une pièce isolée et 4 % d'une pièce sans isolation.

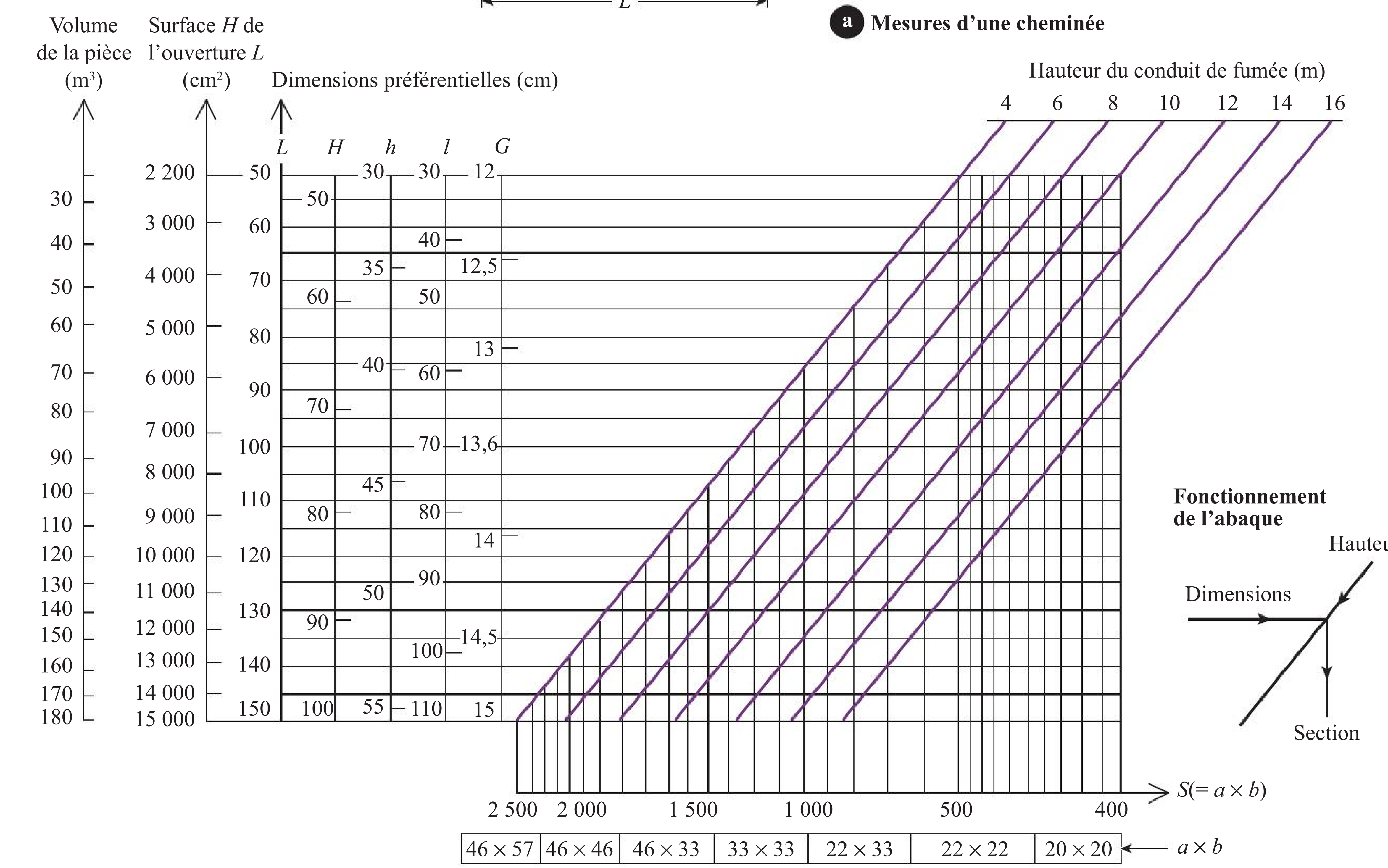
$H \times L$ (m²) = 2 % du volume (m³) de la pièce si cette dernière est isolée.
$H \times L$ (m²) = 4 % du volume (m³) de la pièce si cette dernière n'est pas isolée.

Mesures d'une cheminée

H : hauteur du foyer
L : largeur du foyer
P : profondeur du foyer
h : hauteur du fond de foyer
l : largeur du fond de foyer
G : largeur de la gorge
C : hauteur du contrecœur
a et *b* : dimensions usuelles du conduit



a Mesures d'une cheminée



S : section du conduit (cm²) $a \times b$: dimensions usuelles (cm)

a Abaque de dimensionnement

Chauffage au bois déchiqueté

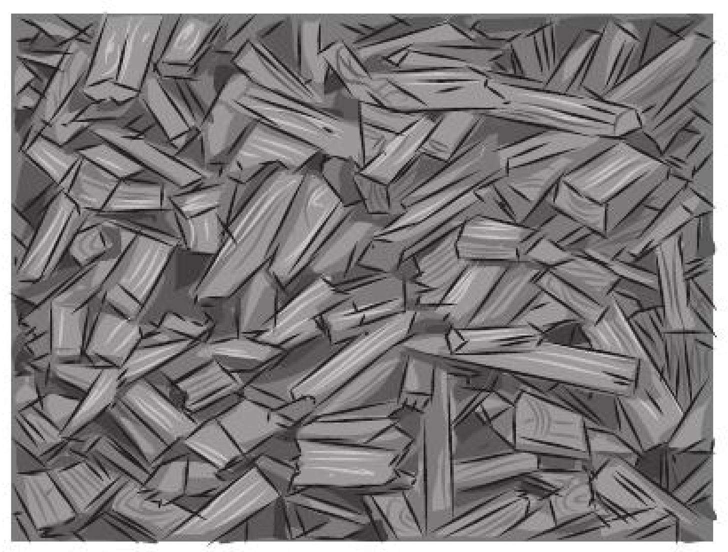
Comment ça marche

Le bois déchiqueté s'utilise principalement dans des chaudières à alimentation automatique. Plus l'installation de chauffage est importante, plus le bois déchiqueté peut être grossier et hétérogène. Le déchiquetage s'effectue à l'aide de broyeurs à couteaux ou à marteaux. Les résidus proviennent de l'exploitation forestière, des scieries, des menuiseries, ou encore de la coupe des haies et taillis. La taille optimale du bois déchiqueté est d'environ 2 × 3 × 1 cm.

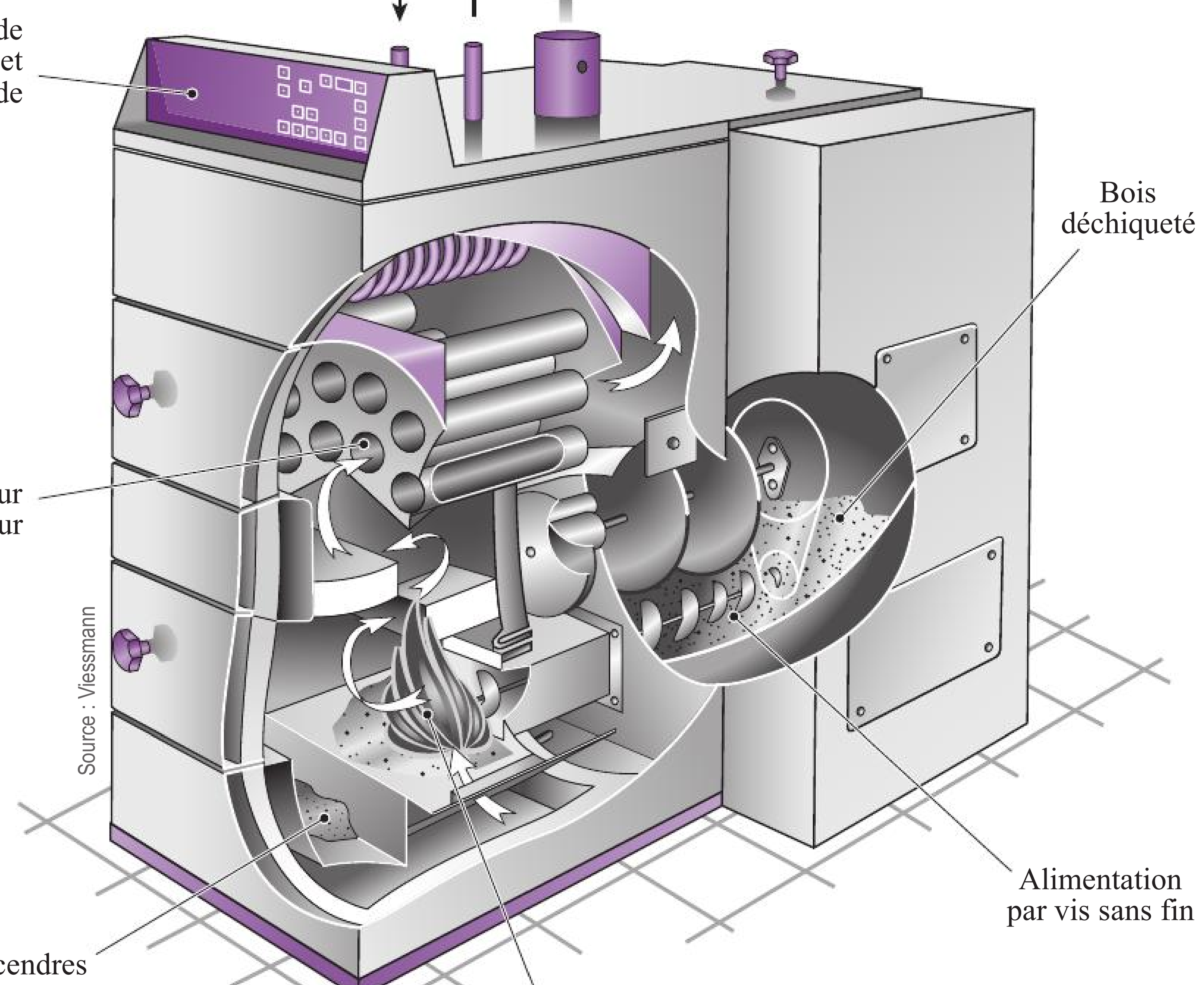
Chaudière et combustible

Le fonctionnement des chaudières à bois déchiqueté est généralement entièrement automatisé. L'alimentation en combustible est assuré par une vis sans fin. Une production de cendres plus abondante que sur les chaudières à bûches ou à granulés impose un décendrage plus fréquent. Un échangeur de chaleur tubulaire réchauffe l'eau destinée au circuit de chauffage.

Le bois déchiqueté, ou plaquette forestière, doit sécher durant au moins six mois dans un endroit sec et bien ventilé avant d'être brûlé.
Plus le matériau est sec, meilleure est la combustion.

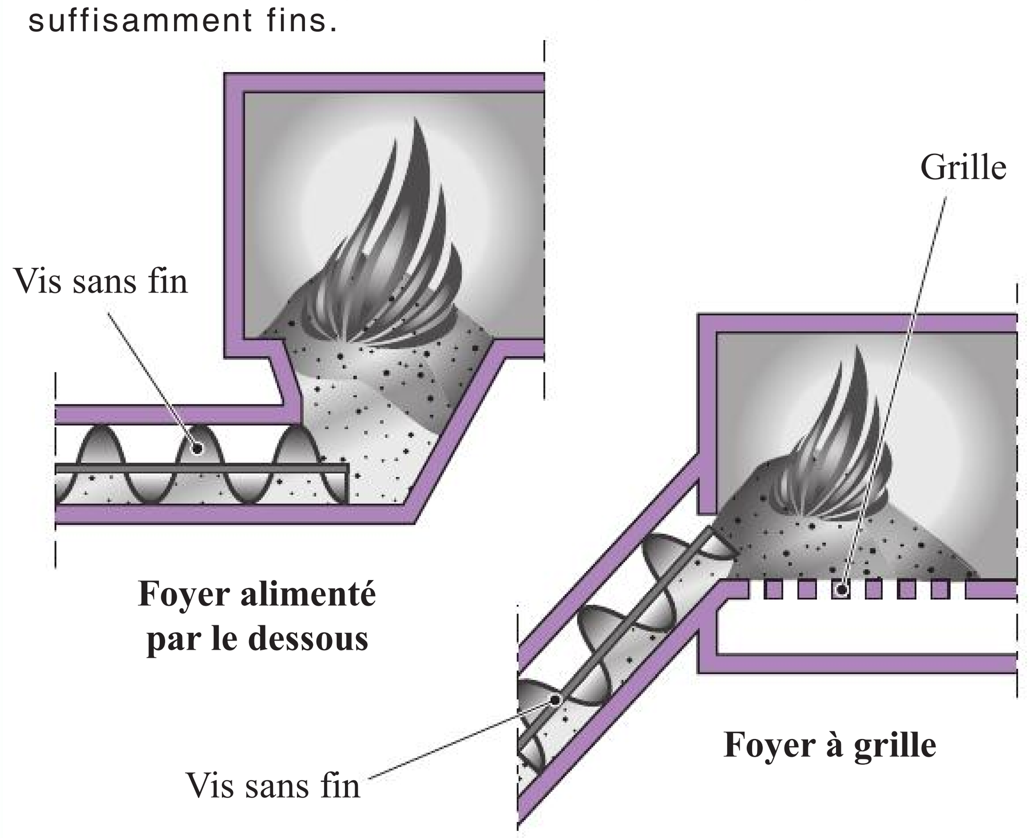


Bois déchiqueté ou plaquettes



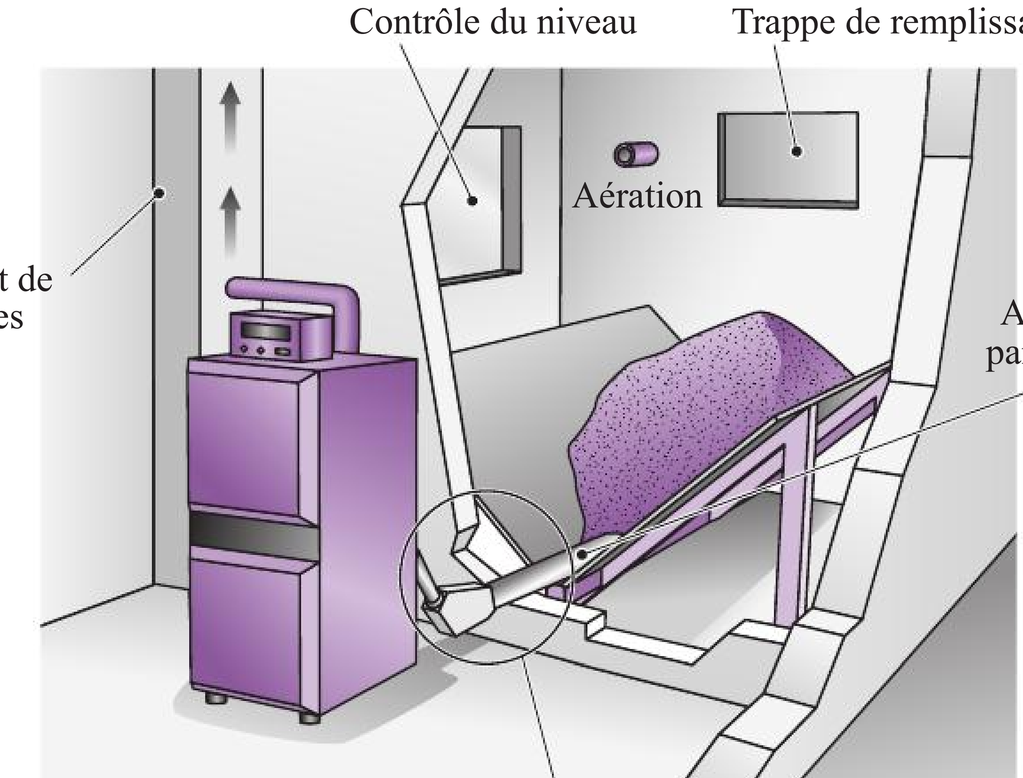
Foyers

Deux principaux types de foyers sont disponibles : les foyers à grille principalement mis en œuvre dans les chaudières de grande capacité, et les foyers alimentés par le dessous, qui requièrent des copeaux homogènes et suffisamment fins.



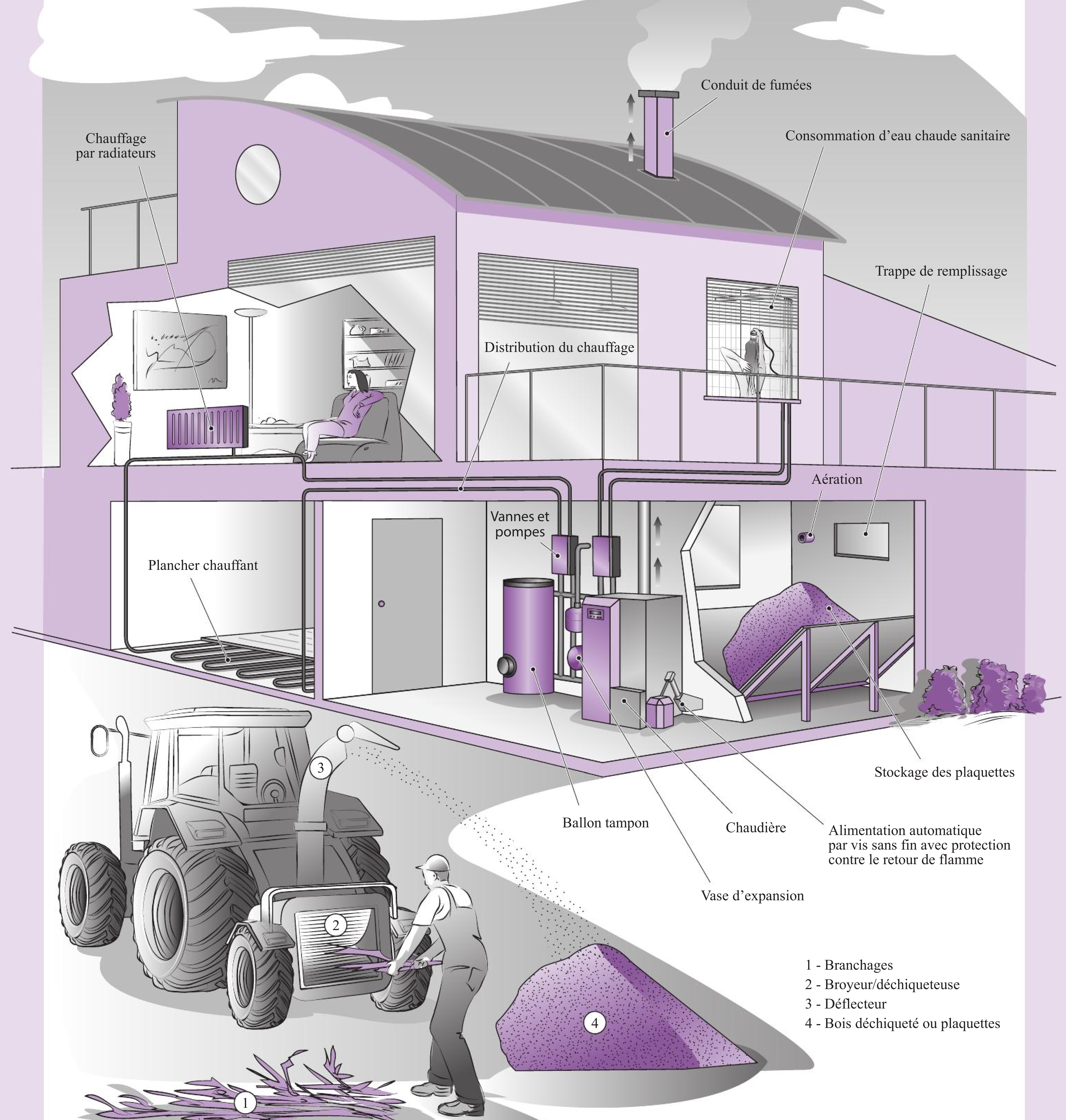
Stockage des copeaux

La chambre de stockage du bois déchiqueté est plus volumineuse que celle d'entreposage de bûches ou de granulés. L'acheminement vers la chaudière s'effectue au moyen d'une vis sans fin, associée à une lame de ressort pour les chambres à une pente.



Principe d'une installation

Les chaudières à bois déchiqueté sont utilisées pour chauffer des volumes importants (logements collectifs, entreprises, etc.). L'installation est composée d'une zone de stockage, d'un système d'alimentation en plaquettes de la chaudière, d'éléments de régulation situés dans le local technique et de circuits de chauffage et de distribution d'eau chaude sanitaire. Le ballon tampon assure une réserve d'eau chaude pour le système de distribution.



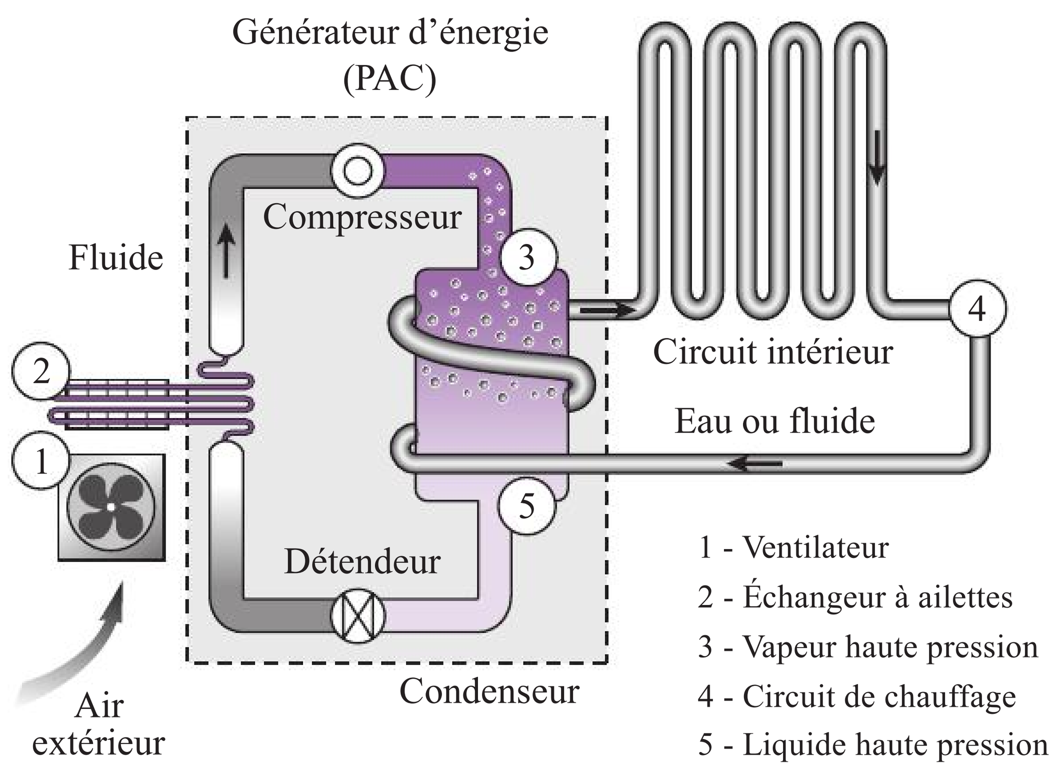
Comment ça marche

Pompes à chaleur

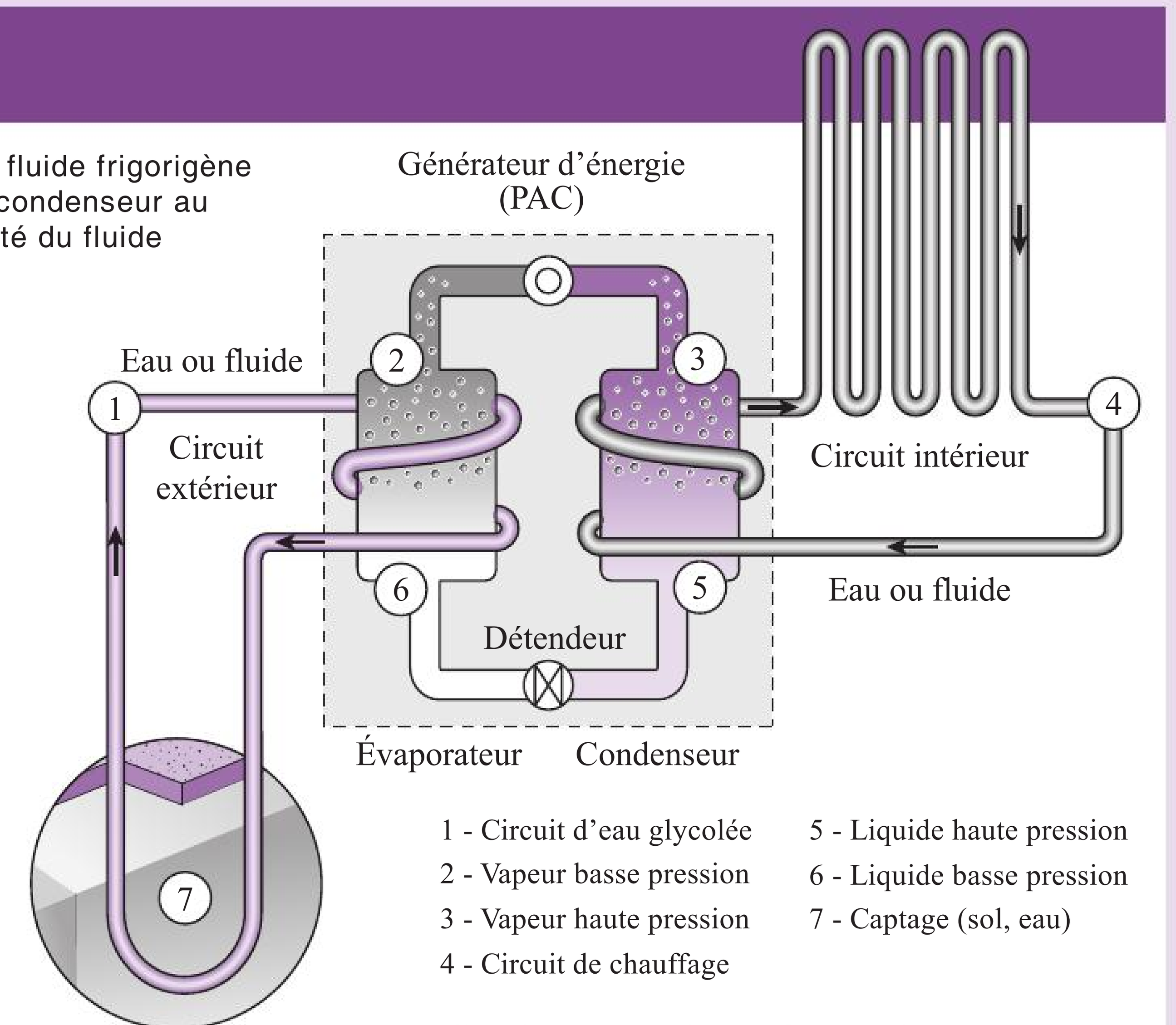
Une pompe à chaleur (PAC) est un dispositif thermodynamique qui permet de récupérer la chaleur de l'air extérieur, du sol ou de l'eau présente dans le sous-sol. Elle récupère les calories de ces environnements et les restitue au bâtiment à un coût très économique. Pour réaliser ce transfert de chaleur, le dispositif comporte un circuit fermé et étanche dans lequel circule un fluide frigorigène qui passe de l'état liquide à l'état gazeux , par transferts successifs dans les quatre principaux organes de l'appareil que sont l'évaporateur, le compresseur, le condenseur et le détendeur.

Principe

Dans l'évaporateur, la chaleur prélevée par les capteurs est transférée au fluide frigorigène qui se vaporise. Cette vapeur est compressée et cède sa chaleur dans le condenseur au fluide du circuit de chauffage. Le détendeur permet de régénérer la capacité du fluide frigorigène à capter la chaleur, le cycle pouvant recommencer à l'infini.



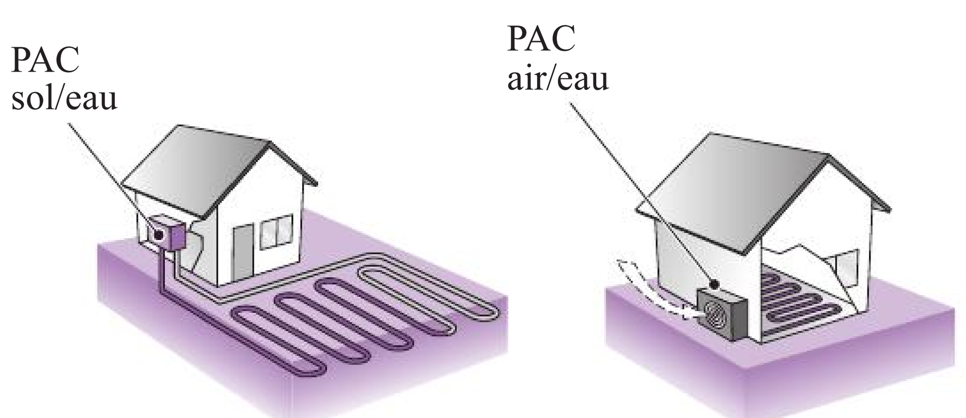
PAC air/eau (aérothermique)



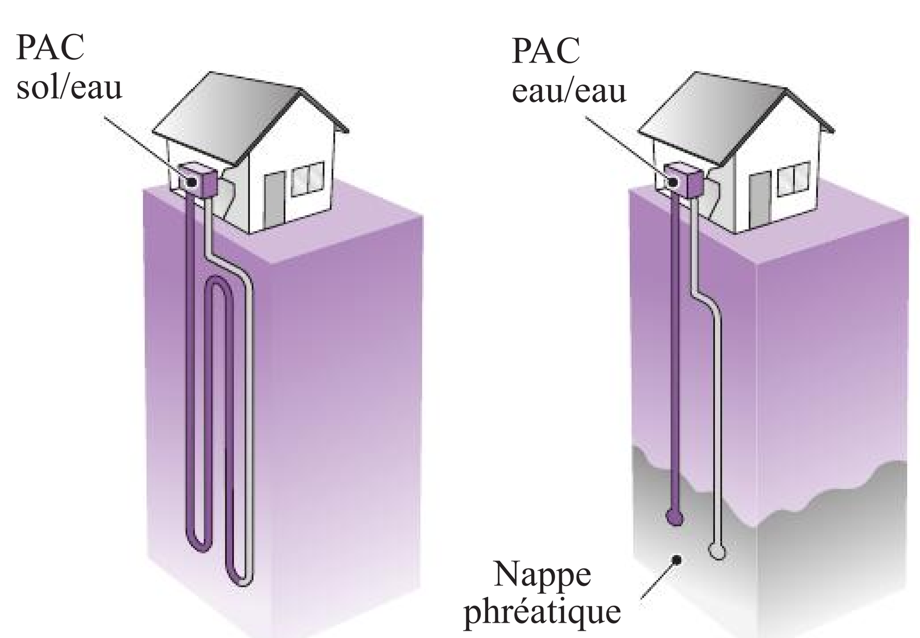
PAC sol/eau ou eau/eau (géothermique)

Capteurs

Les capteurs transportent les calories de l'environnement extérieur à l'évaporateur de la PAC au moyen d'un liquide caloporteur, généralement de l'eau glycolée.



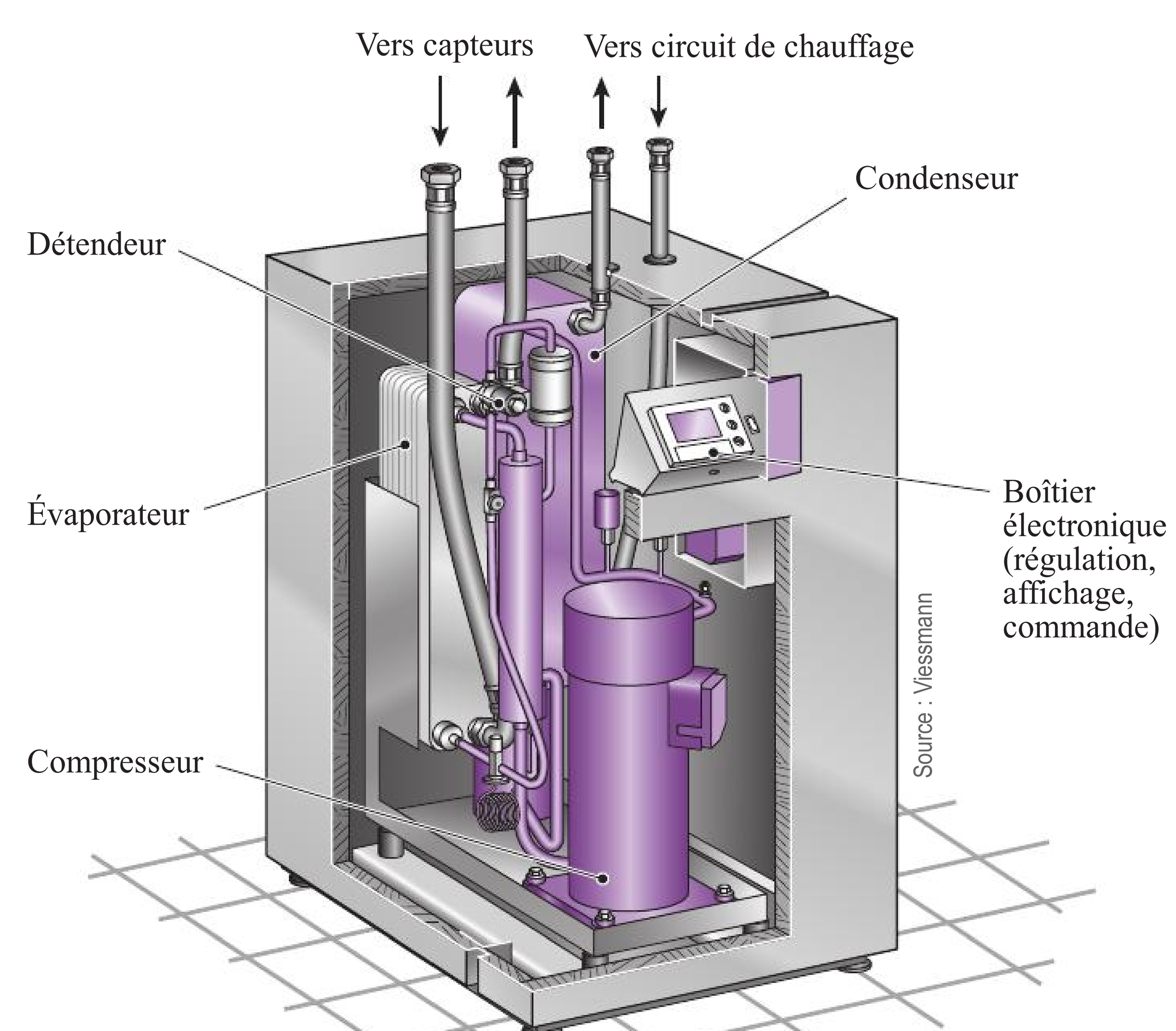
Capteurs horizontaux



Capteurs verticaux

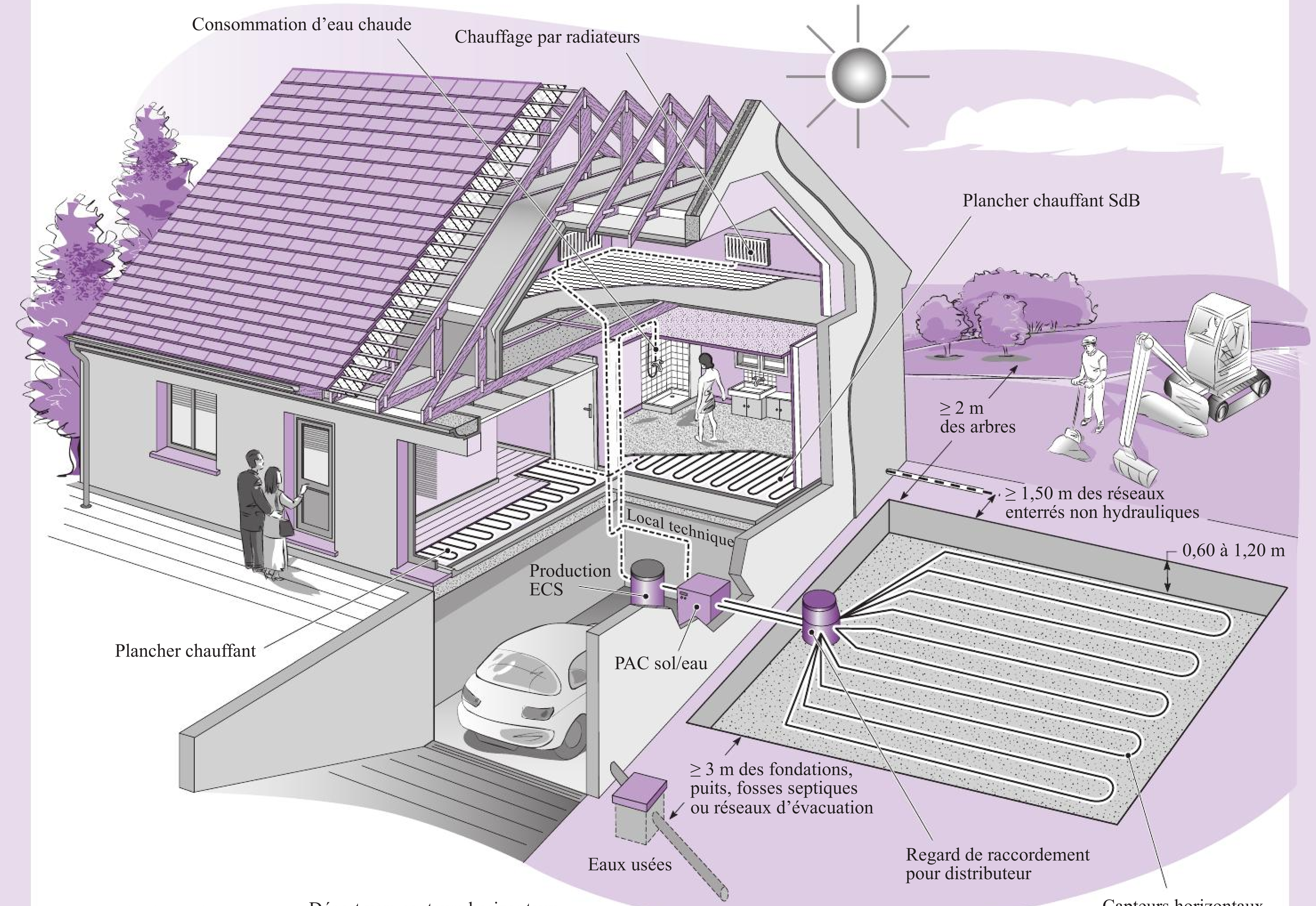
Détails d'une PAC sol/eau

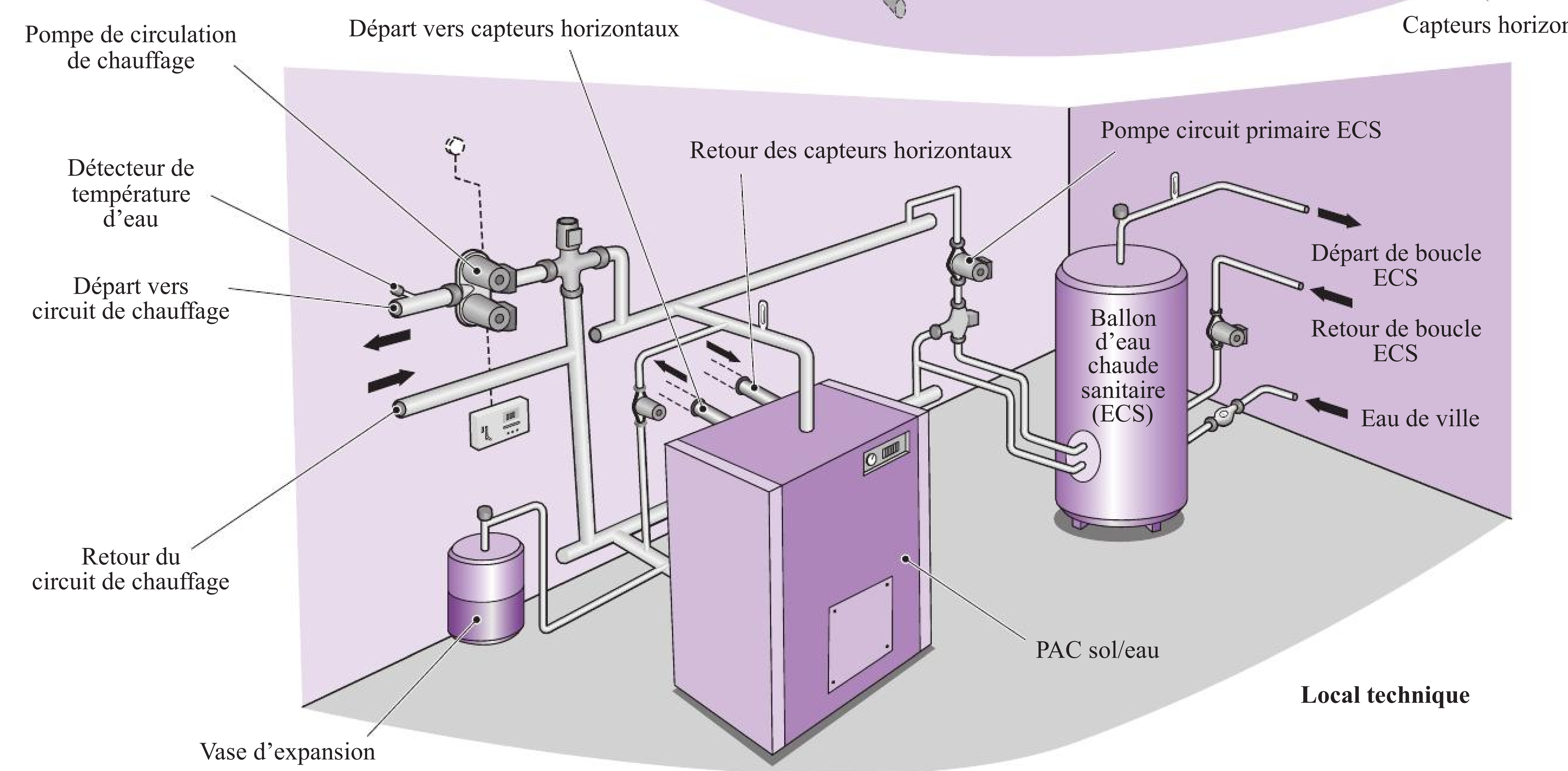
L'échangeur thermique, le compresseur, le condenseur et l'évaporateur sont installés dans le coffret de la PAC et sont raccordés aux éléments de régulation.



Éléments d'une installation à captage horizontal

Le réseau de tubes est enterré à une profondeur variant de 0,60 à 1,20 m. Les collecteurs d'eau glycolée sont installés dans un regard en béton muni d'une trappe de visite et posé au centre du système. Les boucles sont disposées pour avoir la même longueur. Le captage horizontal est le système le moins coûteux mais nécessite de disposer d'une surface de terrain de 1,5 à 2,5 fois la surface habitable.





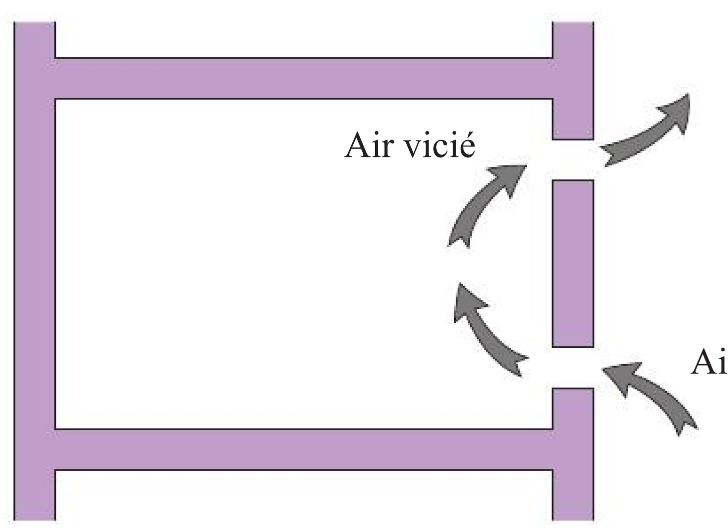
Local technique

Ventilation des bâtiments

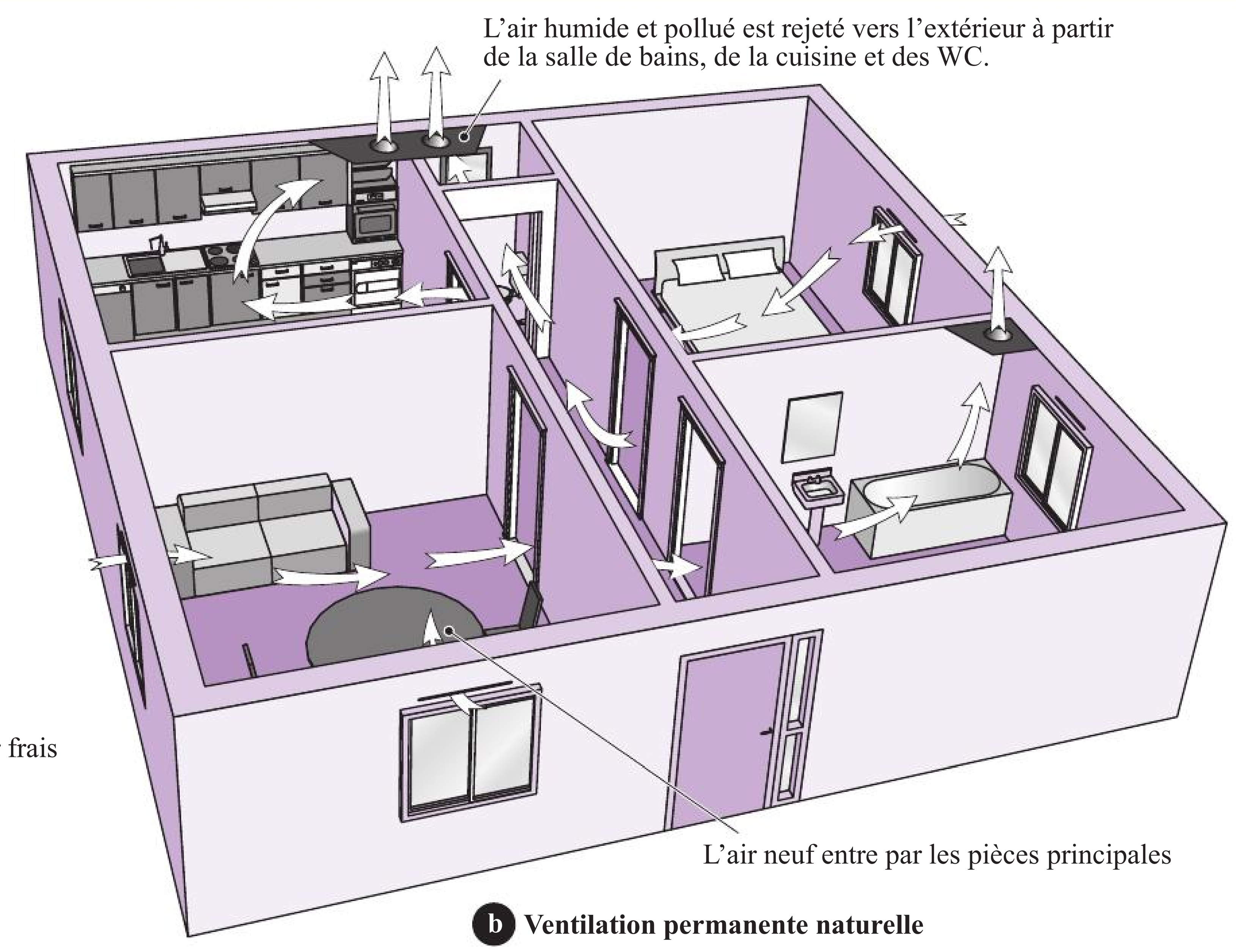
La ventilation d'un bâtiment contribue au confort et à la qualité de l'air en évacuant les polluants (odeurs, humidité, produits de combustion des appareils de chauffage, microbes, etc.). Elle participe également à préserver le bâti en évitant les désordres dus à une aération insuffisante : condensation et développement de moisissures. Sont distinguées la ventilation naturelle ou mécanique ainsi que d'autres systèmes permettant également le refroidissement de l'air : *free cooling*, surventilation nocturne d'été, etc.

Ventilation naturelle

La ventilation naturelle peut être assurée par deux ouvertures, l'une basse par laquelle entre l'air frais extérieur et l'autre haute par laquelle s'échappe l'air intérieur vicié (a). L'arrivée d'air frais en partie basse peut être placée sous un corps de chauffe pour éviter les sensations d'air froid. L'installation des prises d'air est réalisée généralement en façade des pièces principales et celle des bouches d'évacuation dans les pièces de service (b). Le balayage de l'air vicié s'effectue vers les pièces d'eau ou de cuisine pour limiter la propagation des odeurs vers les autres pièces de l'habitation.



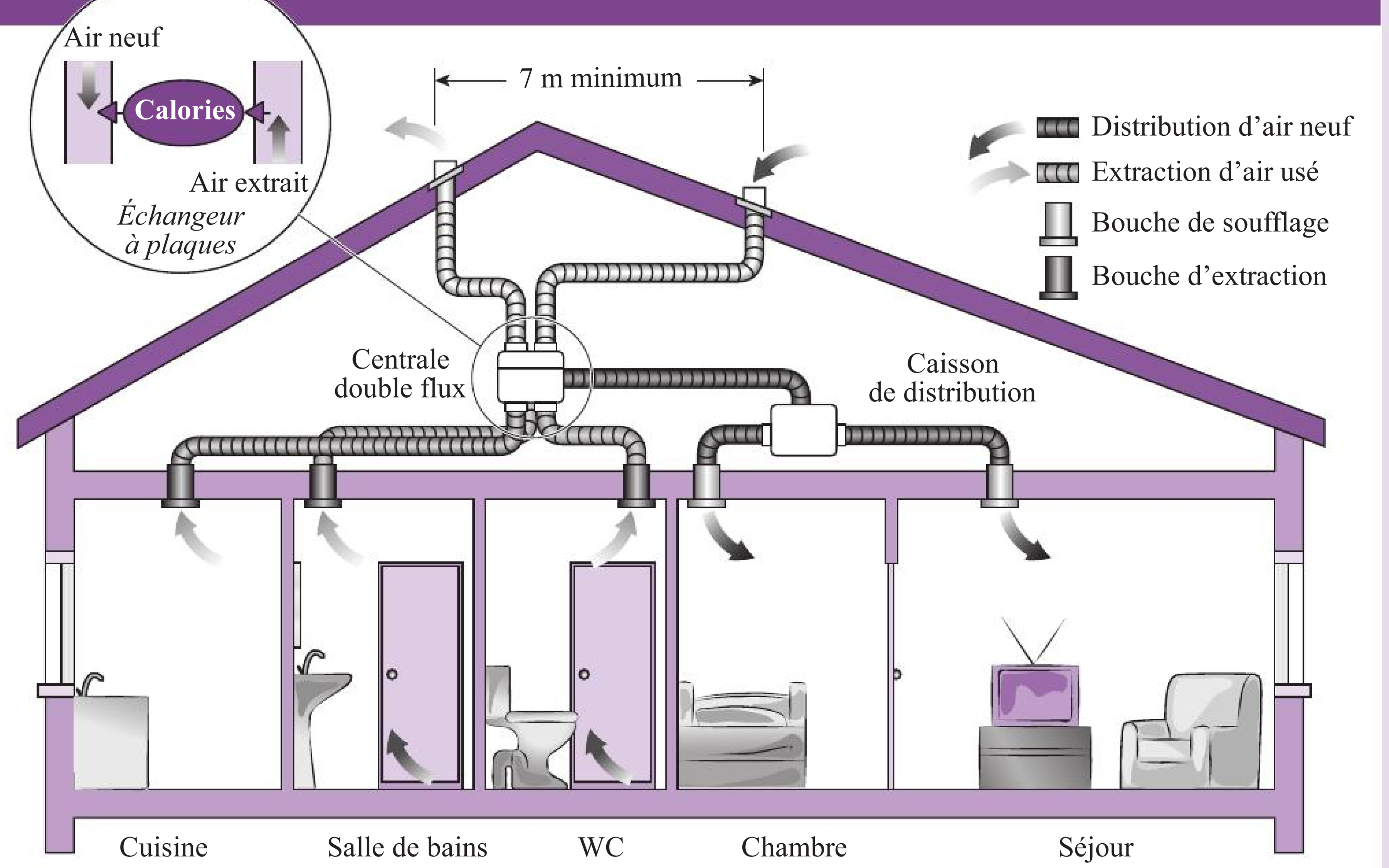
a **Principe de la ventilation naturelle**



b **Ventilation permanente naturelle**

Ventilation mécanique

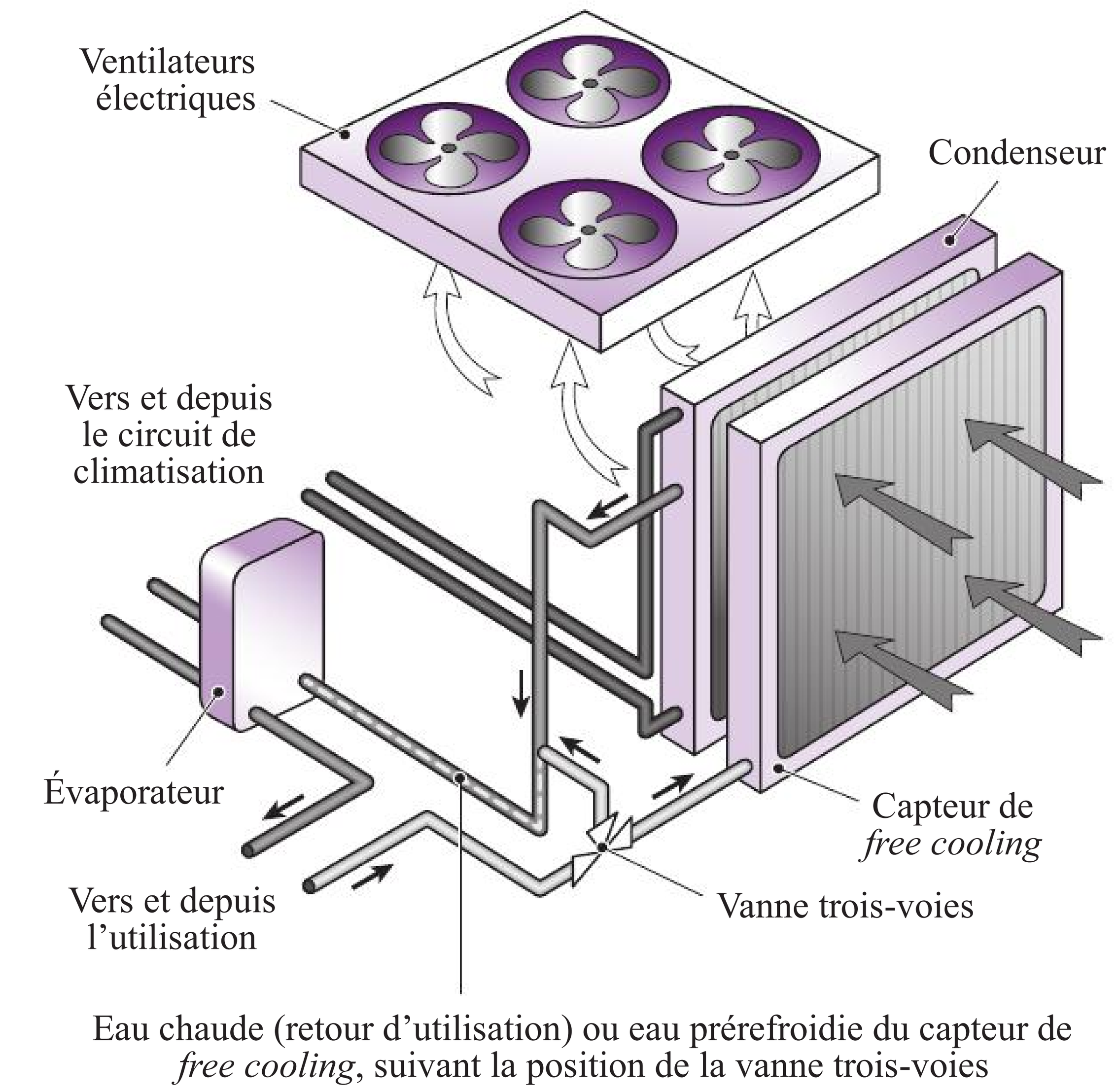
Pour maîtriser l'extraction de l'air vicié, des systèmes aérauliques avec ventilateurs de « ventilation mécanique contrôlée » (VMC) sont utilisés. Les systèmes à simple flux permettent l'extraction de l'air vicié par un ventilateur placé en toiture sur une gaine collective. Des gaines de distribution relient la gaine collective aux bouches d'extraction situées dans les pièces d'eau et la cuisine.
Dans les systèmes à double flux, l'air frais est introduit par soufflage dans les pièces au moyen de gaines et d'un ventilateur. Les calories de l'air extrait sont récupérées par l'intermédiaire d'échangeurs statiques (le plus souvent des échangeurs à plaques).
La VMC double flux permet également d'éviter les entrées directes de bruits extérieurs.



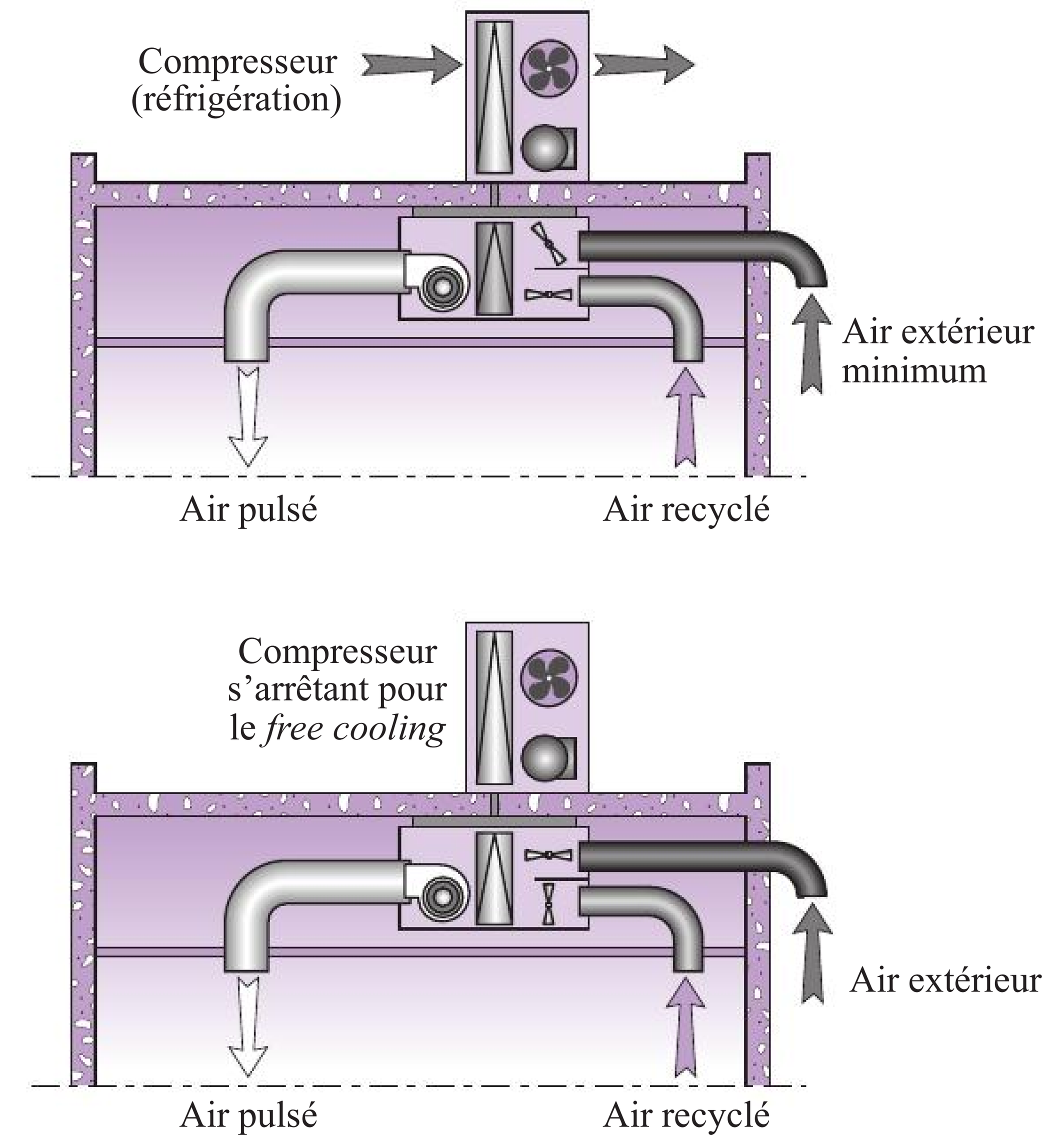
VMC double flux thermodynamique

Free cooling

Le *free cooling* ou refroidissement gratuit utilise directement l'air extérieur pour ventiler et refroidir un local. Il permet, sans climatisation, de rafraîchir la température d'une pièce tant que la température extérieure est inférieure à la température intérieure souhaitée. Il peut suppléer ou remplacer la puissance calorifique distribuée par des compresseurs au moyen de vannes trois-voies lorsque la température de l'air extérieur le permet. Il consomme beaucoup moins d'énergie qu'une production de froid équivalente par compression mécanique (climatisation).



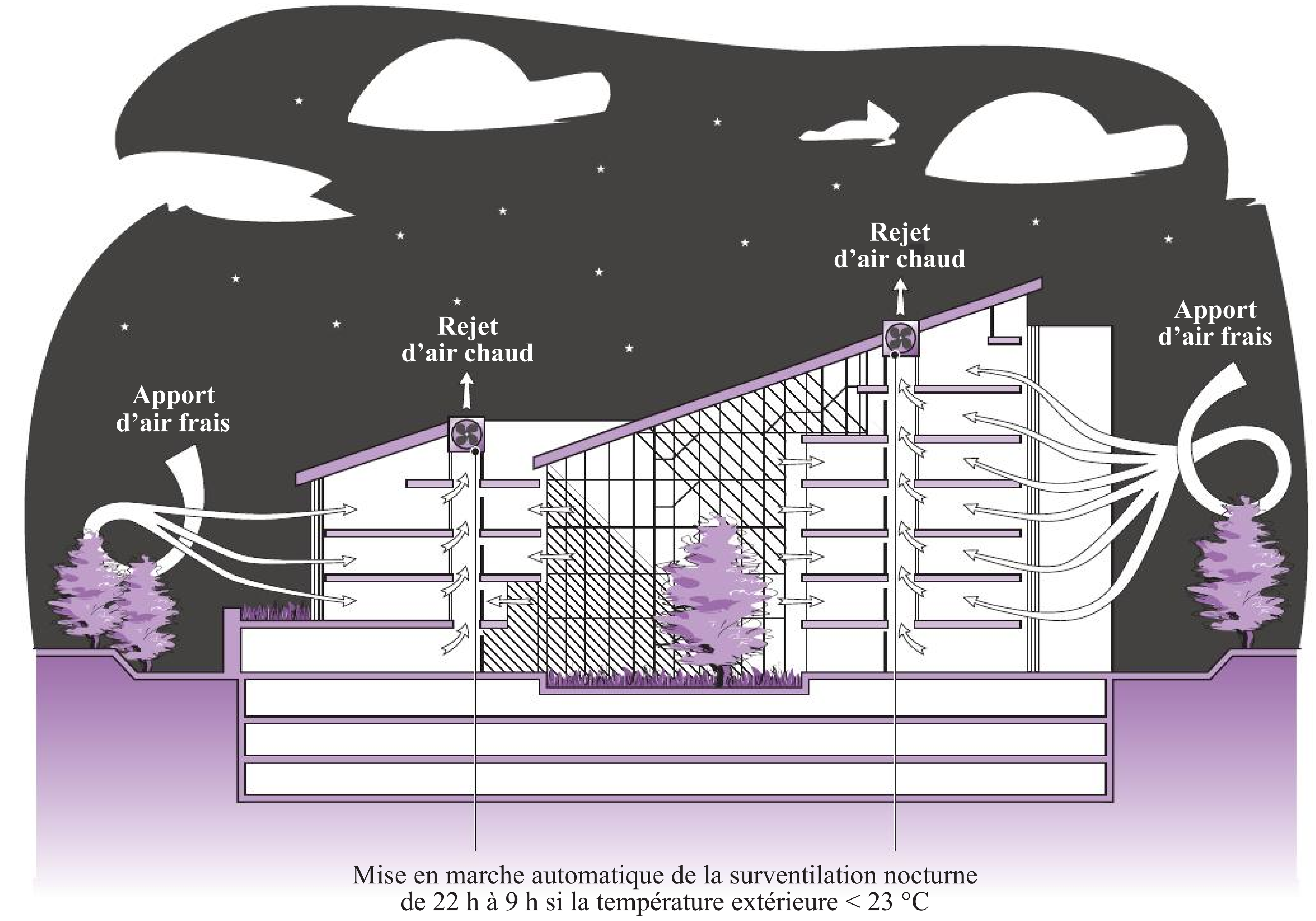
***Free cooling* à circulation d'eau**



***Free cooling* à circulation d'air**

Surventilation nocturne d'été

La surventilation nocturne d'été utilise le même principe que le système *free cooling*, tout en étant plus simple et mieux adaptée aux bâtiments à moins fortes charges internes (bureaux, bâtiments résidentiels, etc.). Deux modes de fonctionnement sont possibles :
- automatique de 22 h à 9 h si la température intérieure est inférieure à 23 °C ;
- forcé, utile lorsque la température diminue en journée, en cas d'orage par exemple. L'entrée de l'air s'effectue par un volet de compensation qui s'ouvre automatiquement avec la dépression créée en continu par le fonctionnement du système d'extraction.



Surventilation nocturne d'été

Puits canadiens ou provençaux

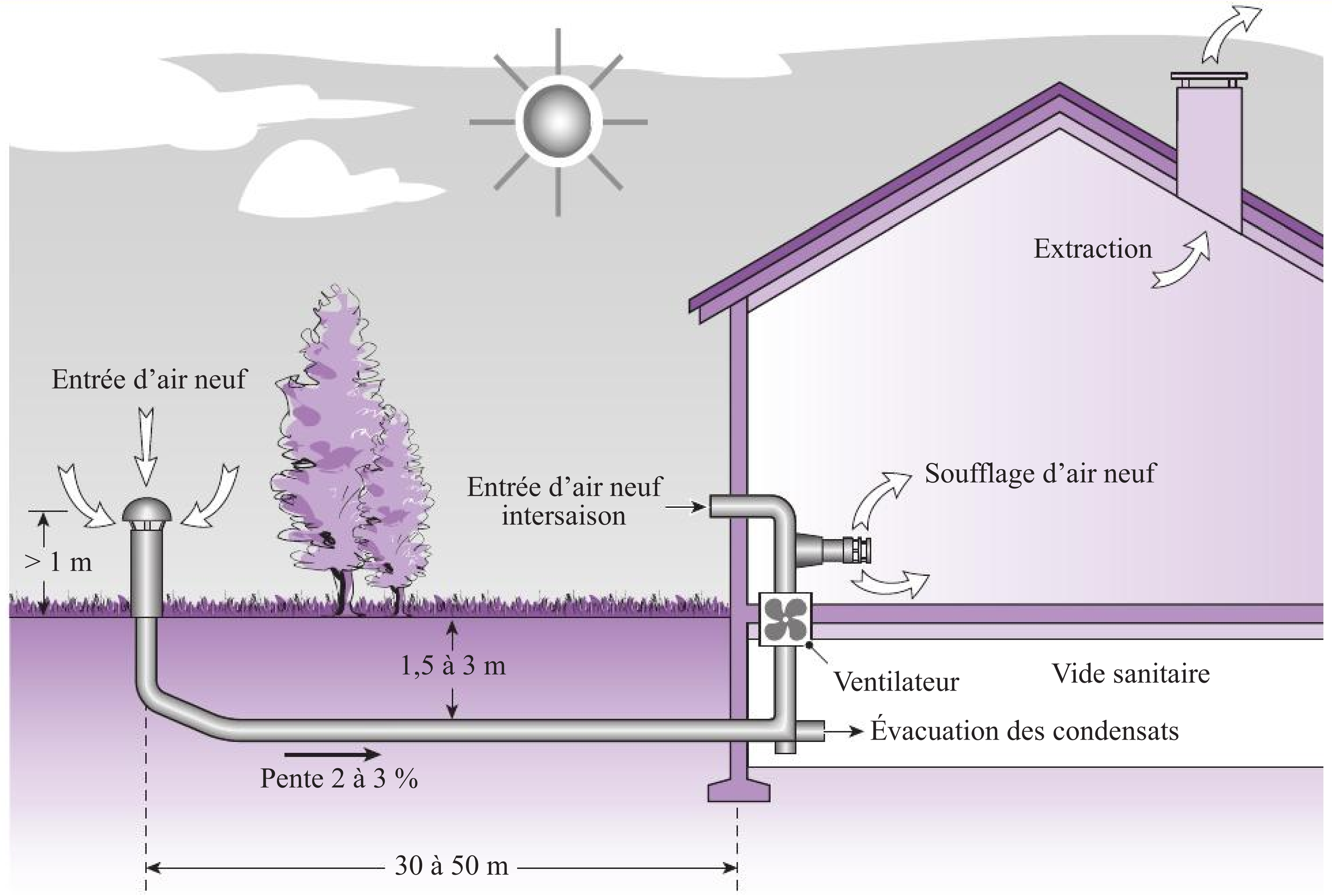
Les puits canadiens peuvent être mis en œuvre dans les maisons individuelles ou les petits collectifs, mais aussi dans les immeubles tertiaires. Leur technique consiste à faire circuler de l'air par des canalisations enterrées avant de le rejeter dans un bâtiment. En hiver, l'air se réchauffe au contact du sous-sol, puis, une fois insufflé dans le bâtiment, réduit le besoin en chauffage ou permet le maintien hors-gel : c'est le puits canadien. En été, l'air se rafraîchit au contact du sous-sol et pénètre dans le bâtiment à une température inférieure à la température extérieure : c'est le puits provençal.

Principe

Le puits canadien, ou provençal, utilise la différence de température entre l'air extérieur et le sous-sol. En France, la température de l'air extérieur varie de - 15 à + 40 °C selon les saisons, alors que la température du sol, à quelques mètres de profondeur, reste plus stable, entre + 5 °C et + 15 °C.

Cette technique met en œuvre :
- une entrée d'air neuf ;
- un conduit enterré ;
- un ventilateur destiné au soufflage de l'air dans le bâtiment ;
- un système d'évacuation des condensats.

L'entrée d'air neuf s'effectue par une bouche extérieure qui doit avoir une hauteur d'environ 1 m afin d'éviter les risques d'encrassement. Elle doit comporter un filtre, un chapeau de protection contre la pluie et une grille à mailles fines qui permet d'éviter l'intrusion d'insectes et de rongeurs.

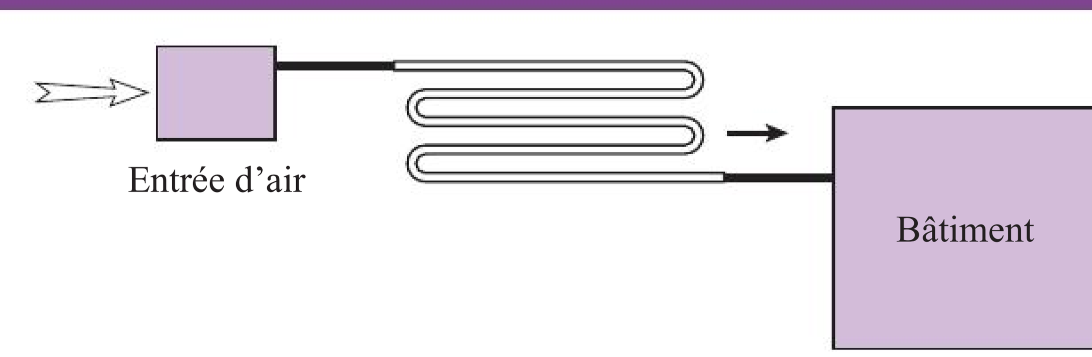


Principe de fonctionnement d'un puits canadien

Implantation des tuyaux

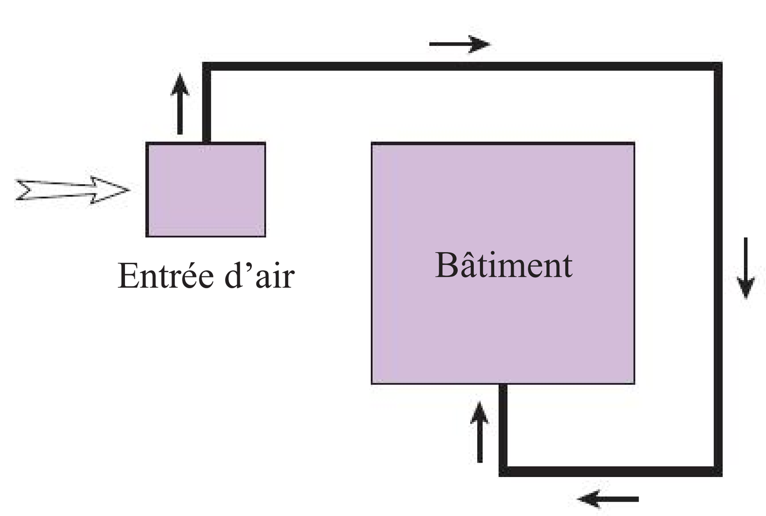
L'efficacité d'un échangeur thermique dépend de multiples facteurs :
- la conductivité du sol ;
- la qualité du contact entre le sol et le tuyau ;
- la longueur du tuyau ;
- la vitesse et le déplacement de l'air dans le tuyau ;
- le nombre de tubes et leur implantation.

L'échangeur thermique peut être constitué d'un tuyau en PVC, en polyéthylène ou polypropylène souple ou rigide, posé en serpentin ou en boucle autour du bâtiment (a et b), ou comporter un ensemble de tubes parallèles afin d'augmenter le débit d'air (c).



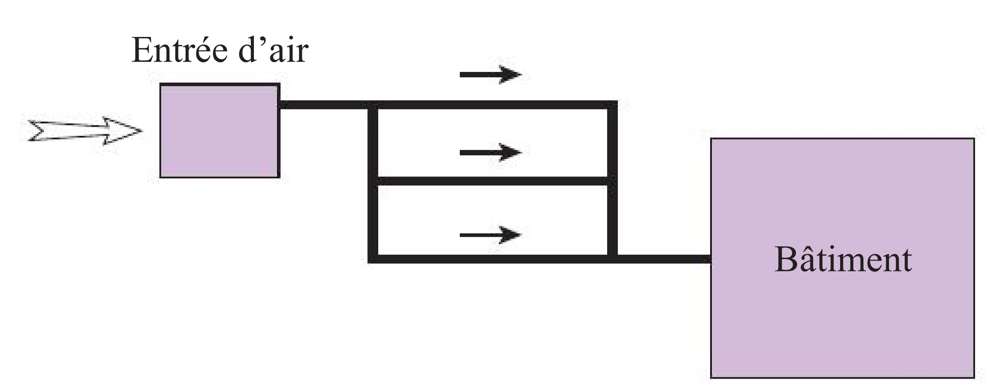
Implantation en serpentin à un tuyau, trois coudes maximum afin de minimiser les pertes de charge ; espacement entre les tuyaux au minimum trois fois le diamètre.

a Échangeur thermique à un tuyau disposé en serpentin



Un seul tuyau, parcelle exiguë, implantation autour d'un bâtiment à une distance minimale de 1,5 m de la construction.

b Échangeur thermique à un tuyau autour d'un bâtiment

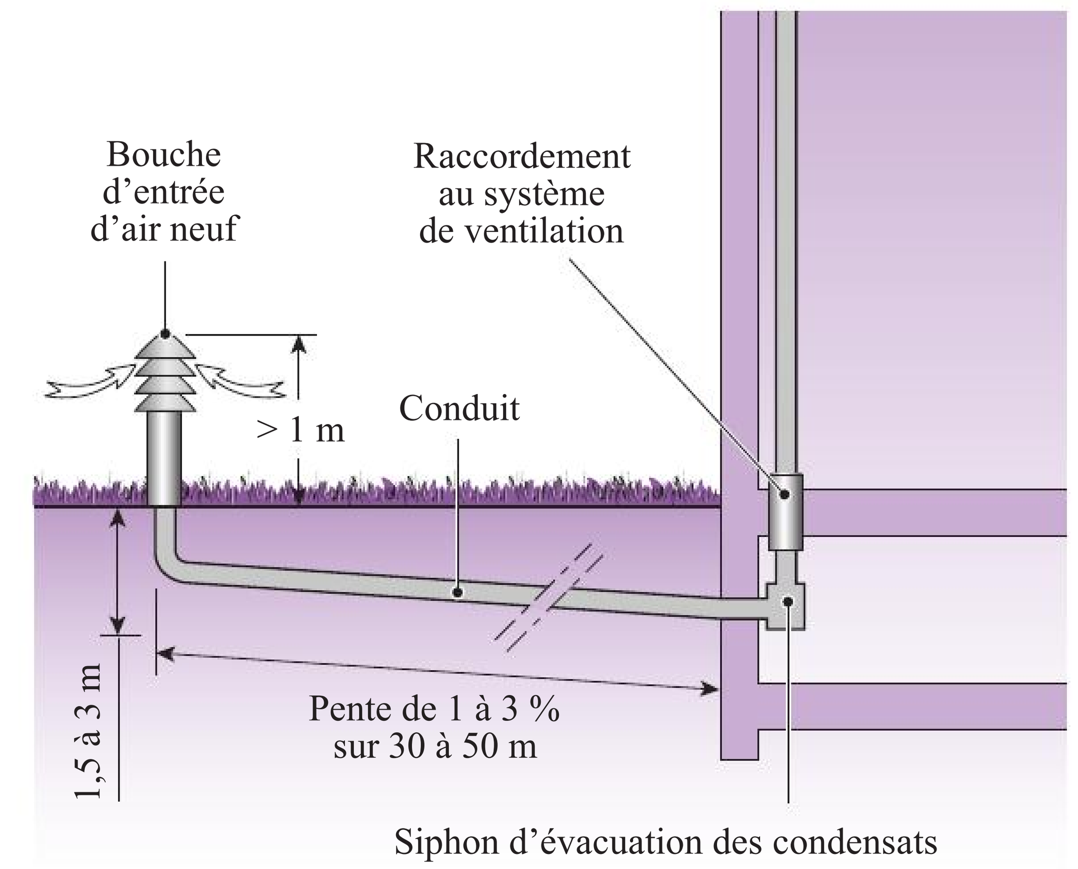


Plusieurs tuyaux, effet « radiateur », permettant de disposer d'un débit d'air important, à privilégier dans le cas du puits provençal.

c Échangeur thermique à effet radiateur

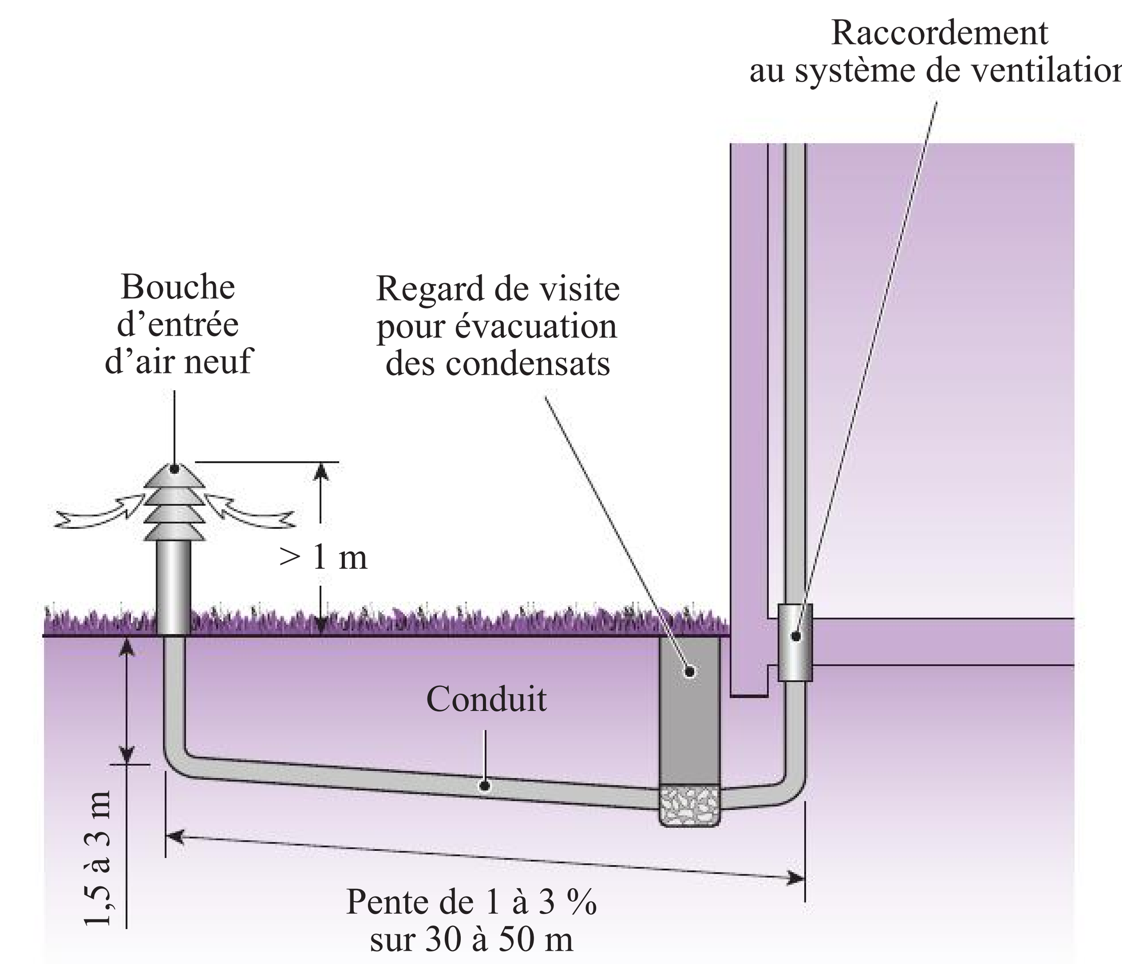
Évacuation des condensats

L'eau des condensats ne doit pas stagner dans les tuyaux afin d'éviter le développement de germes, bactéries et moisissures qui peuvent réduire le débit et altérer la qualité de l'air. Ainsi, un dispositif d'évacuation des condensats est installé au point le plus bas de la pente des tuyaux. Ce dispositif peut être installé dans un sous-sol (a) ou dans un regard à fond ouvert et drainé, si le sol le permet, ou étanche et équipé d'une pompe de relevage (b).



Un siphon raccorde l'évacuation des condensats vers les eaux usées.

a Bâtiment avec sous-sol

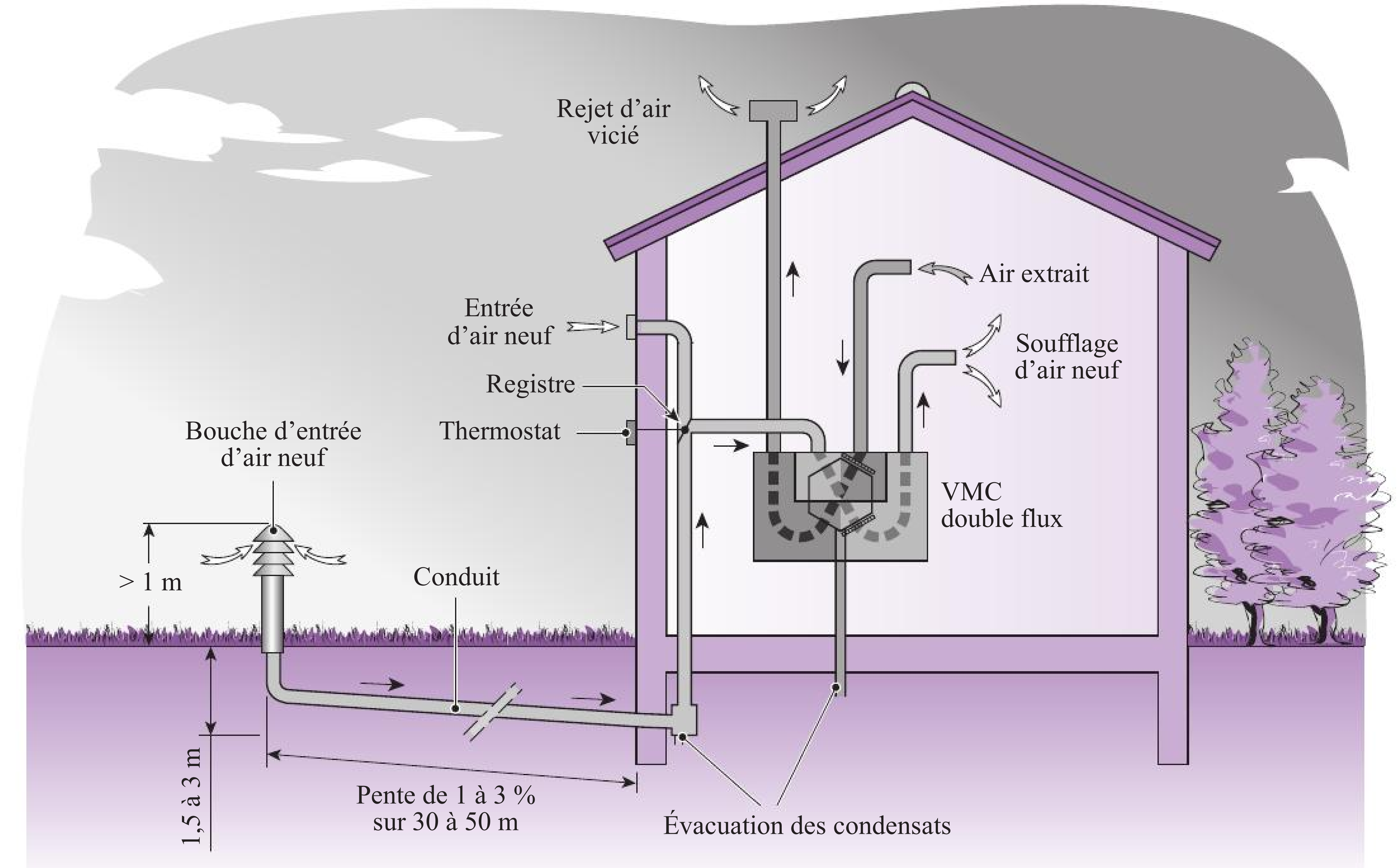


Le fond du regard est constitué d'un lit de cailloux pour évacuer les condensats dans le sol. Il est également possible d'utiliser une pompe de relevage.

b Bâtiment sans sous-sol

Puits canadien ou provençal et VMC

Le couplage d'une VMC double flux avec un puits canadien ou provençal permet d'utiliser le ventilateur d'entrée d'air neuf de la VMC comme moteur du puits. Le débit nécessaire à une utilisation provençale en été étant considérablement supérieur aux débits nécessaires au renouvellement de l'air en hiver, un système de réglage de la puissance du moteur en fonction de la saison doit être installé.



Puits canadien ou provençal associé à une VMC

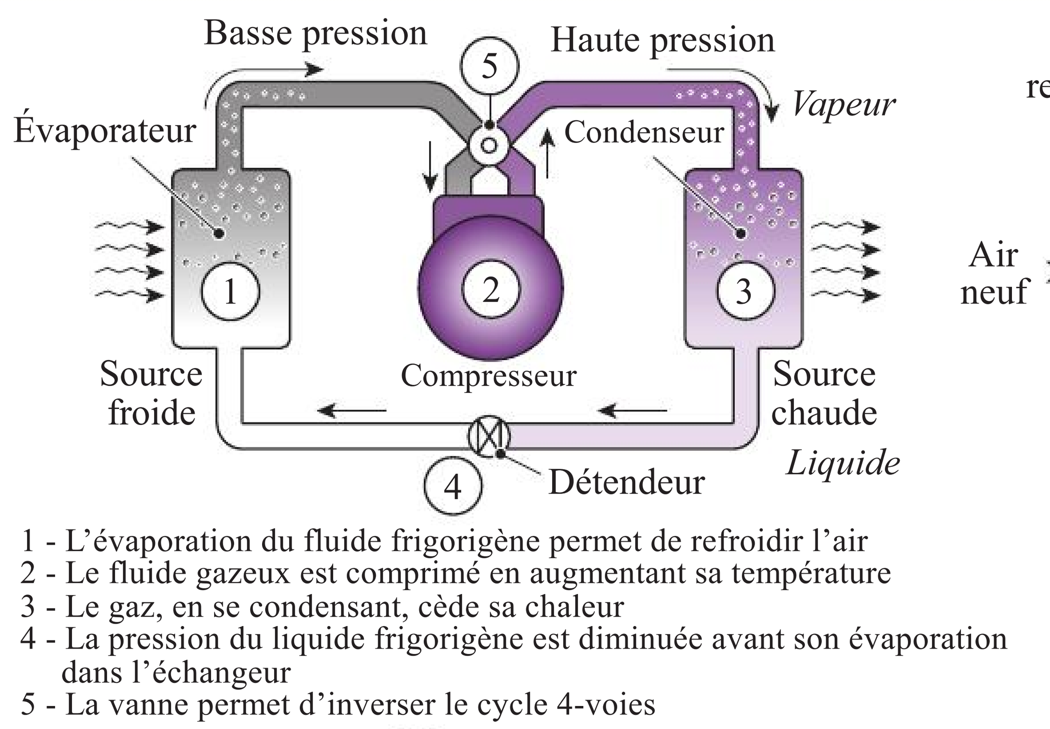
Comment ça marche

Climatisation

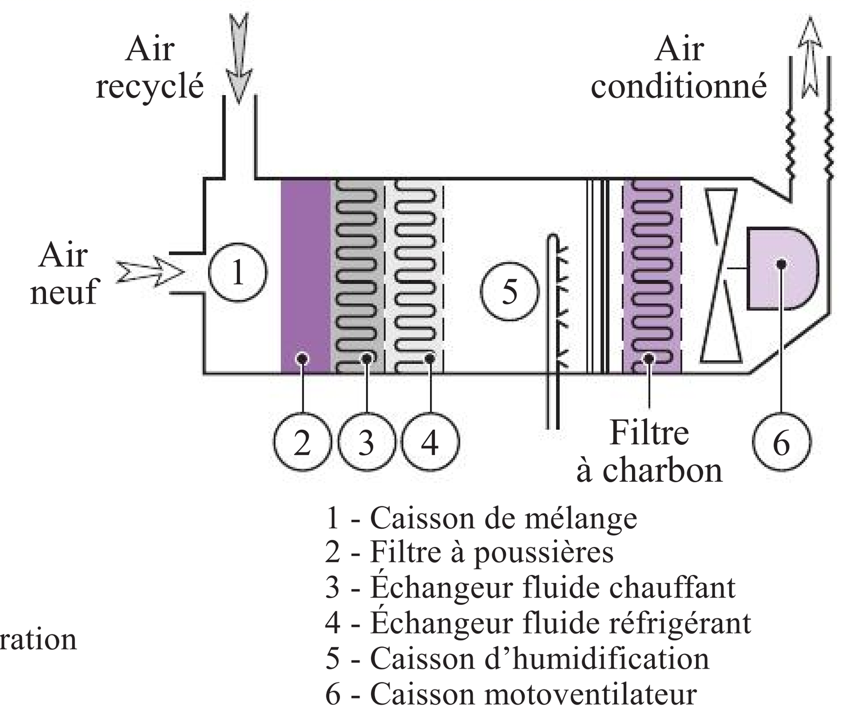
La climatisation vise à maîtriser la température, l'humidité, la ventilation et la qualité de l'air, facteurs déterminants du confort dans un local. Un climatiseur individuel et indépendant est un appareil adapté aux climats tempérés sous lesquels la climatisation est utilisée par simple souci de confort. Les systèmes centralisés permettent de relier différents locaux à une centrale de traitement par l'intermédiaire de réseaux de distribution, de reprise et d'extraction.

Principe

Le fonctionnement d'un climatiseur est basé sur le changement d'état d'un fluide frigorigène : son évaporation s'effectue lors de l'absorption de chaleur, sa condensation lors de la production de chaleur (a). Tout climatiseur est composé (b) :
- d'un caisson de mélange avec deux entrées d'air ;
- d'un filtre principal pour retenir les poussières ;
- de deux caissons-batteries avec deux échangeurs dans lesquels circulent un fluide chauffant et un fluide réfrigérant ;
- d'un caisson d'humidification ;
- d'un caisson motoventilateur qui peut être équipé d'un filtre à charbon actif pour supprimer les odeurs.



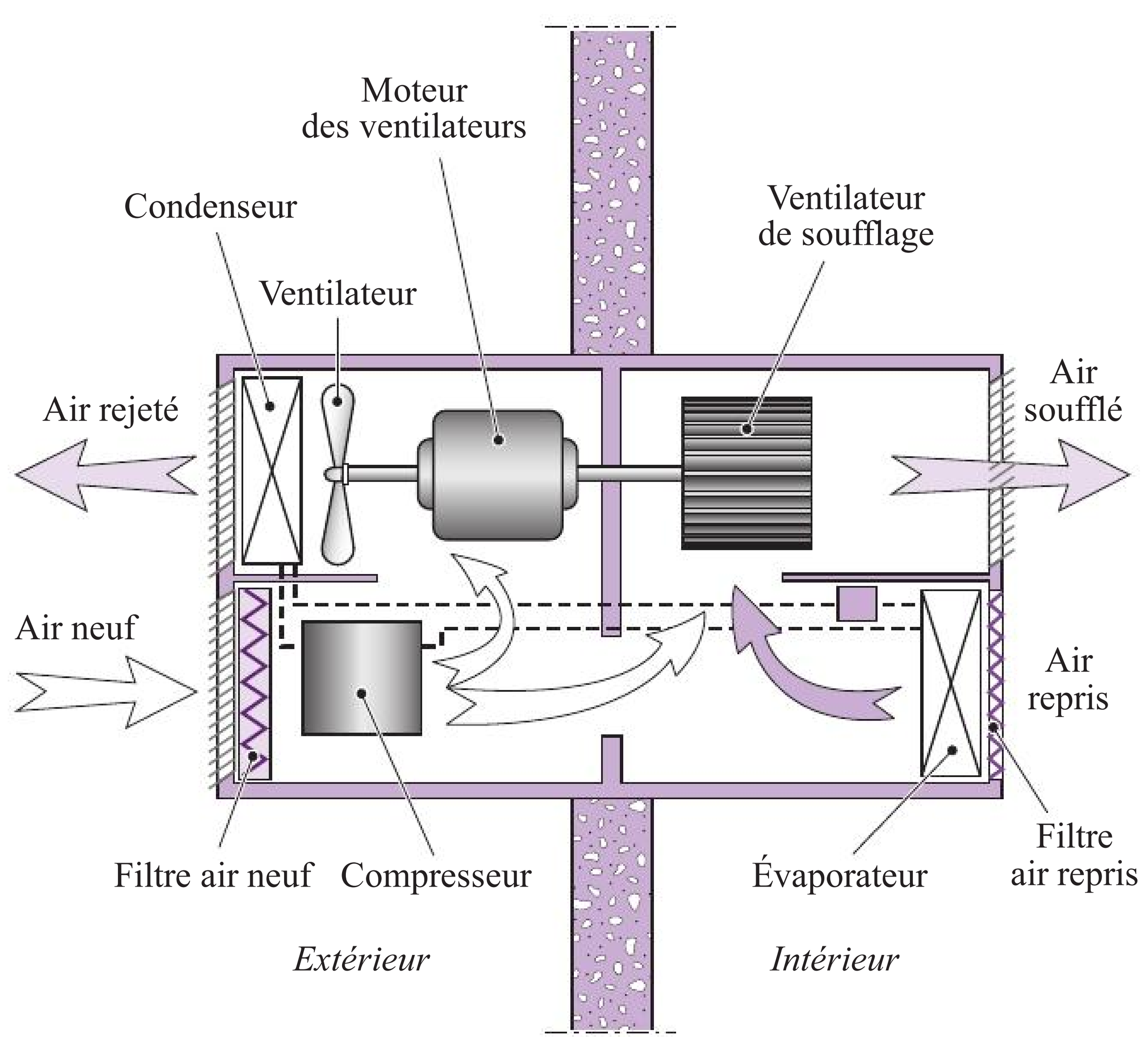
a Principe



b Composants d'un climatiseur

Systèmes monoblocs

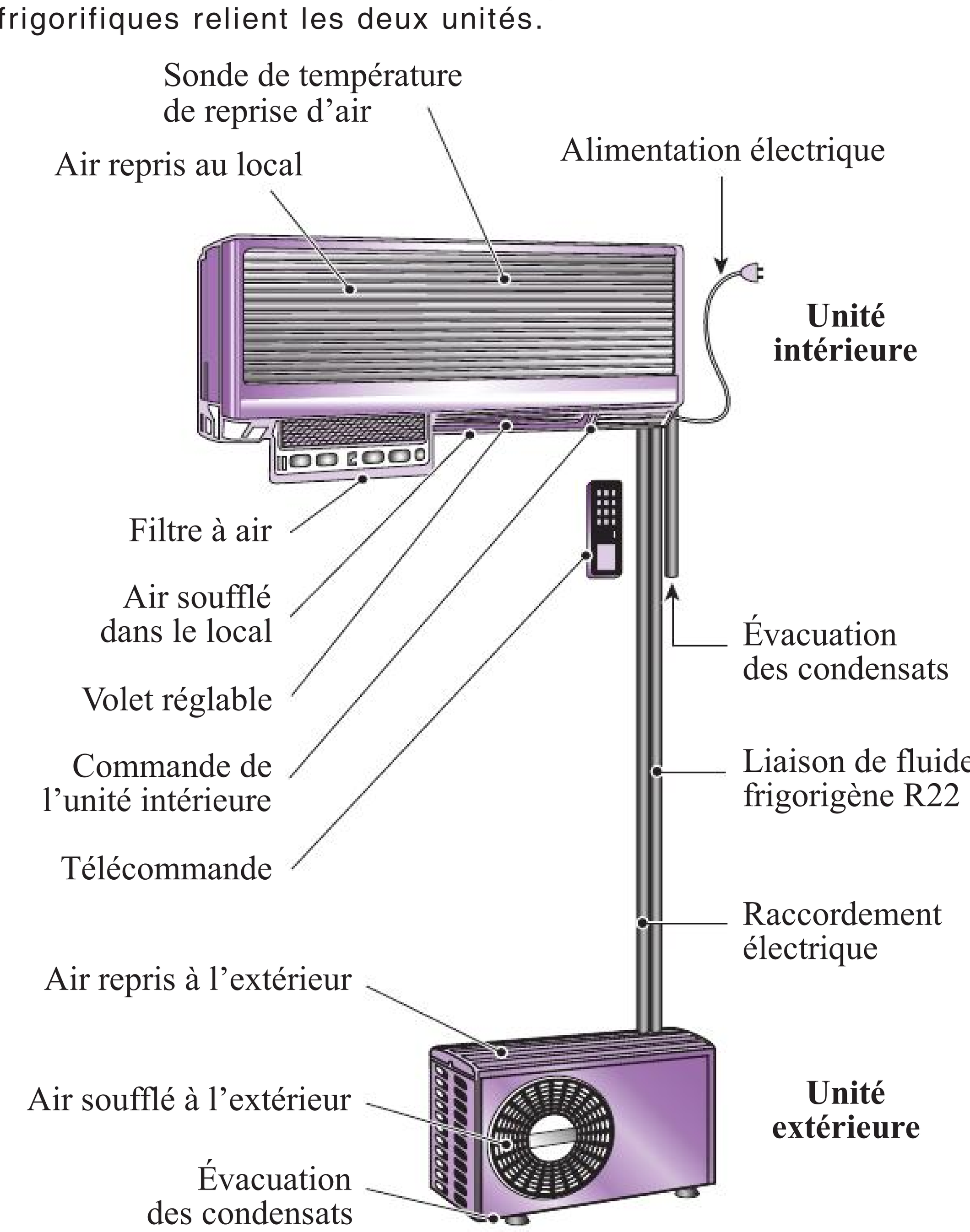
Très simples d'utilisation, les systèmes monoblocs à détente directe n'assurent pas le contrôle de l'hygrométrie de l'air. L'air neuf, pris directement à l'extérieur, est mélangé à l'air repris, puis soufflé après refroidissement ou réchauffage par des batteries ou par la réversibilité du système. Les systèmes *windows* ou climatiseurs de fenêtre se placent en allège de fenêtre ou à la place d'une partie du vitrage. Les équipements bruyants (compresseur, ventilateur du condenseur) sont situés côté extérieur. Ils permettent de traiter des locaux d'une surface de 20 à 80 m^2.



Climatiseur monobloc air-air

Systèmes biblocs (split-system)

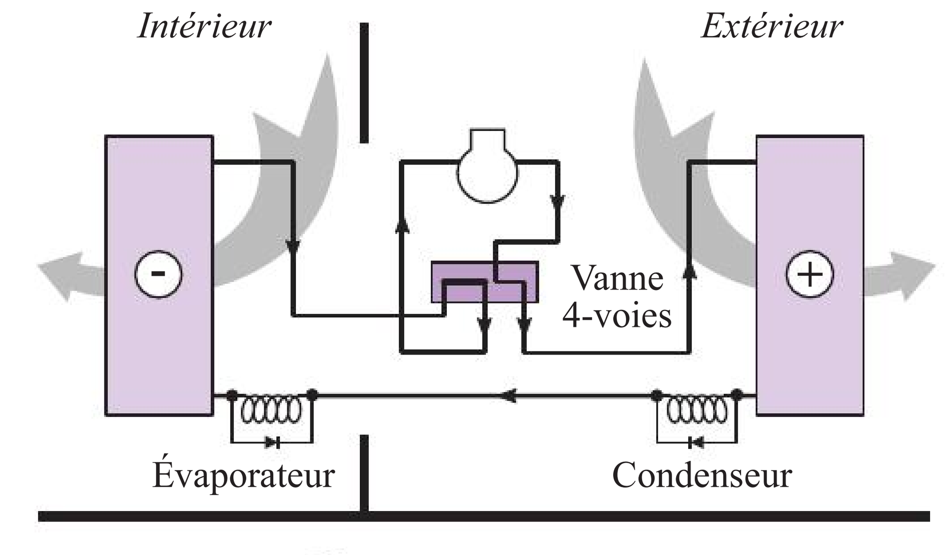
L'unité intérieure qui regroupe l'évaporateur, le détendeur, le ventilateur et un filtre, peut être placée au mur ou au plafond. L'unité extérieure de condensation regroupe le compresseur, le condenseur et la commande électrique. Des canalisations frigorifiques relient les deux unités.



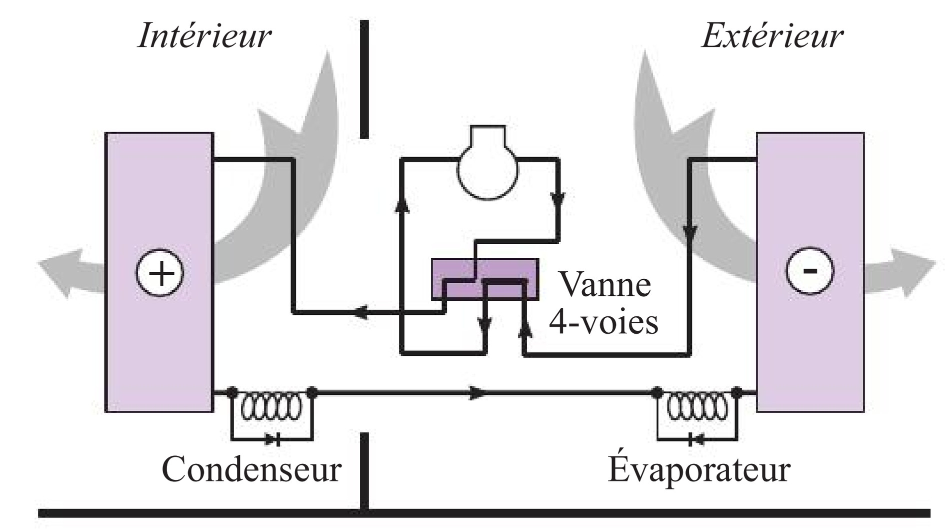
***Split-system* air-air**

Systèmes réversibles

Dans les climatiseurs réversibles, le transfert d'énergie est assuré par une machine frigorifique qui émet des frigories (a), ou des calories (b). Ces systèmes réversibles sont réalisés en intercalant une vanne quatre-voies dans le circuit évaporateur-condenseur.



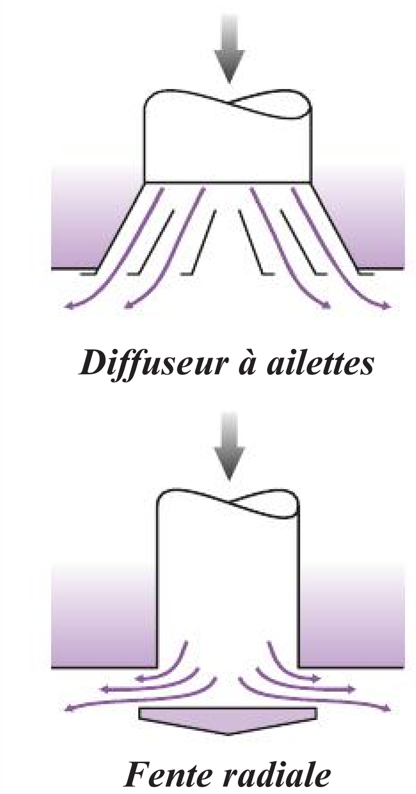
a Émission de frigories



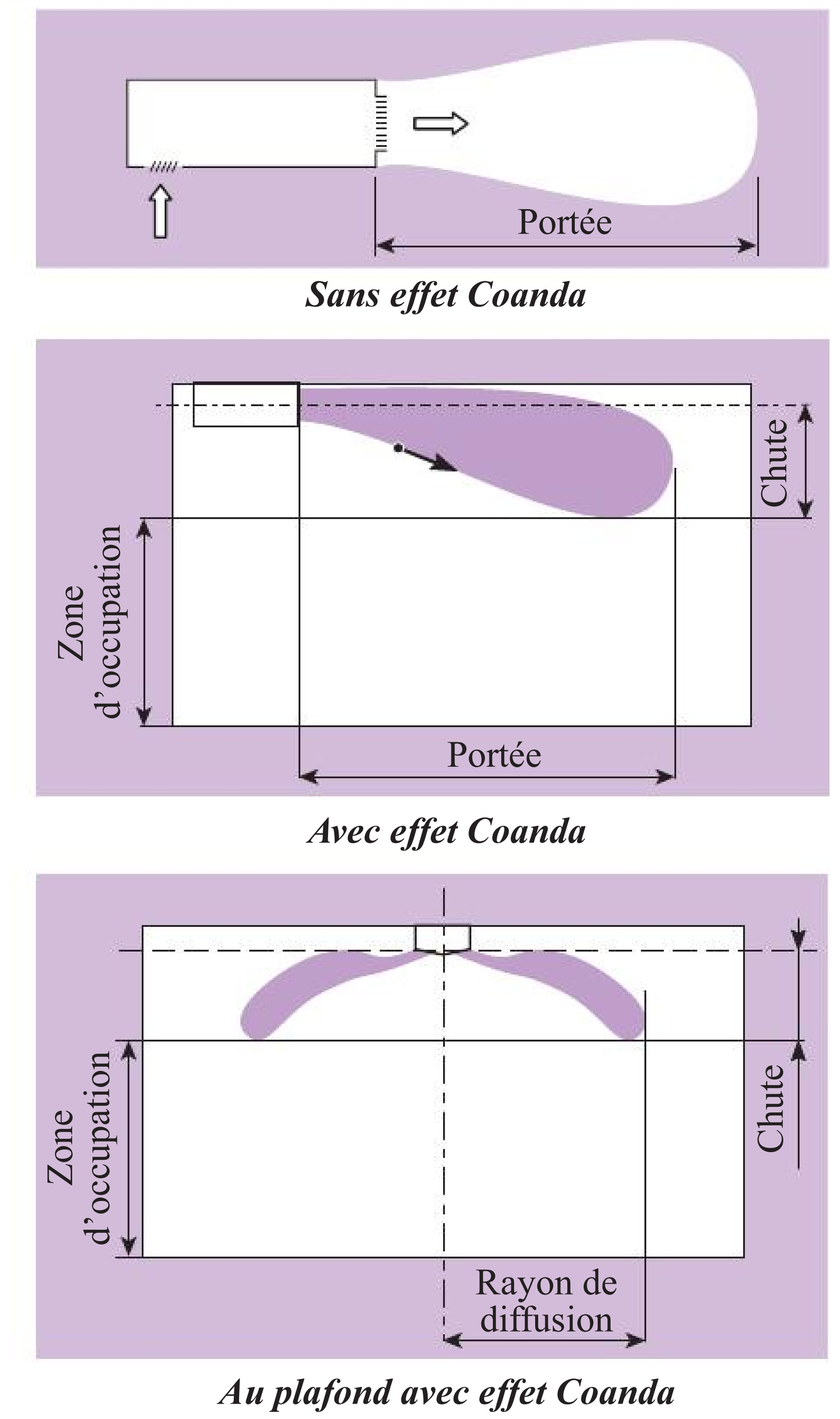
b Émission de calories

Diffusion de l'air

L'air est soufflé dans les locaux par des bouches de soufflage (a). Le mode de diffusion ne doit pas créer de gêne aux occupants. Le jet d'air est caractérisé par sa portée et sa chute. Sa position par rapport aux parois conditionne sa portée et assure une meilleure diffusion : il s'agit de l'effet Coanda (b).



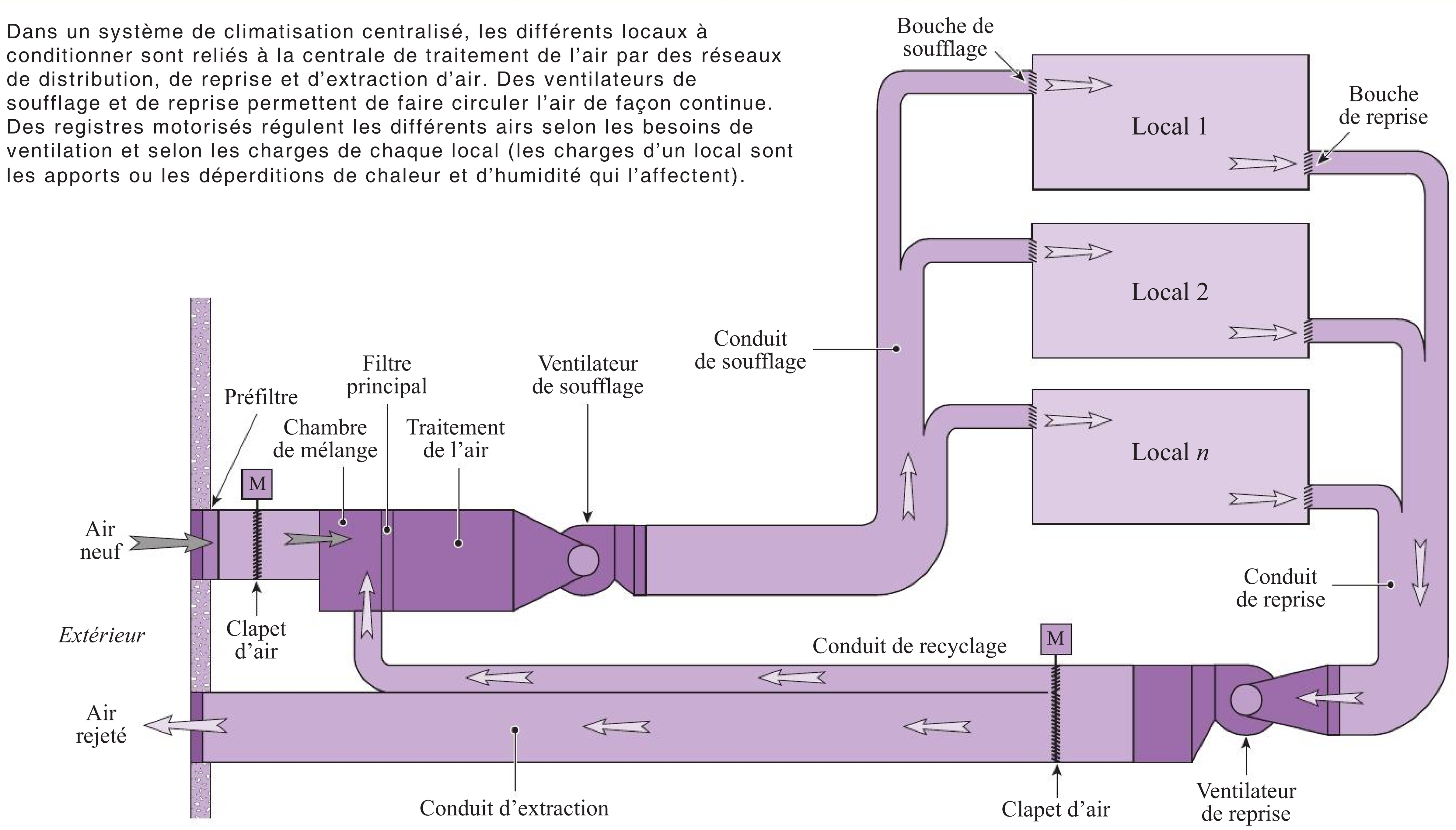
a Bouches de soufflage



b Jets d'air

Systèmes centralisés

Dans un système de climatisation centralisé, les différents locaux à conditionner sont reliés à la centrale de traitement de l'air par des réseaux de distribution, de reprise et d'extraction d'air. Des ventilateurs de soufflage et de reprise permettent de faire circuler l'air de façon continue. Des registres motorisés régulent les différents airs selon les besoins de ventilation et selon les charges de chaque local (les charges d'un local sont les apports ou les déperditions de chaleur et d'humidité qui l'affectent).



Système de climatisation centralisée

Espaces extérieurs



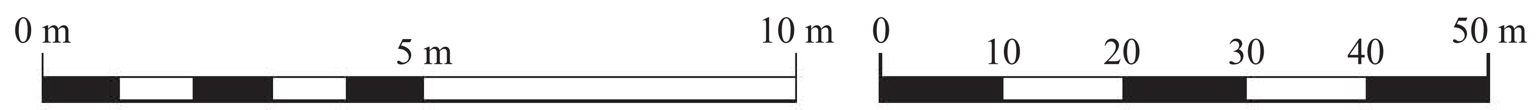
Comment ça marche

Plans et symboles paysagers

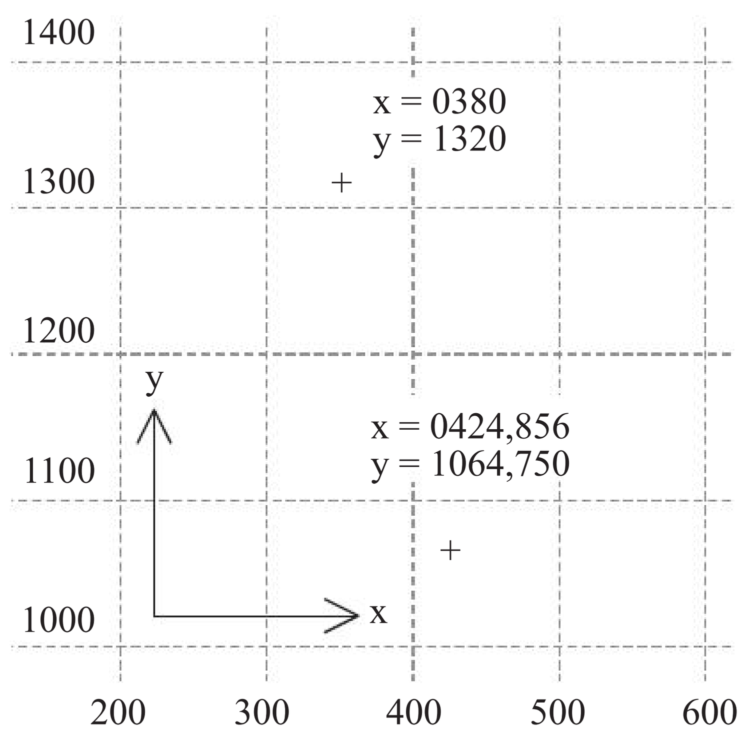
Les plans, supports du projet paysager, font appel à des symboles graphiques conventionnels qui concernent aussi bien le repérage dans le plan que la cotation, les niveaux de terrain, l'assainissement, le drainage, l'arrosage, les réseaux électriques et de télécommunications, la représentation des matériaux, le mobilier urbain et les plantations. Toute utilisation de symboles non conventionnels doit être accompagnée d'une légende.

Plans et repérages

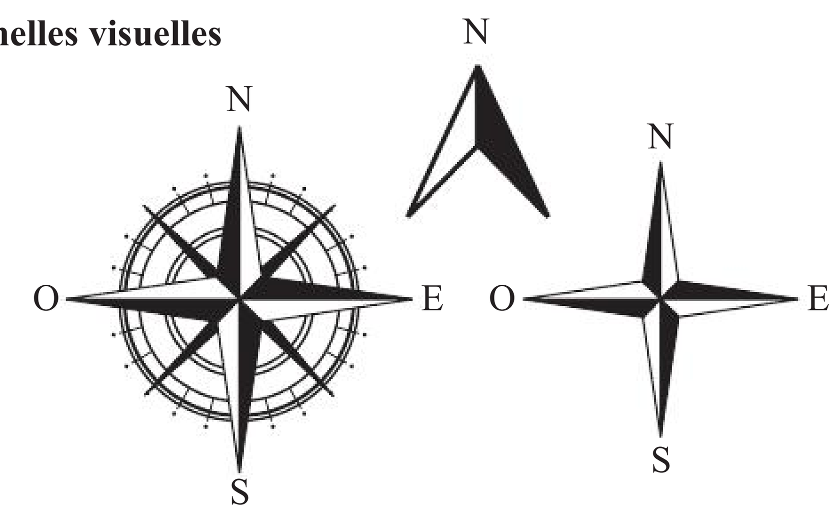
Certains éléments sont indispensables à la compréhension d'un plan. L'échelle est indiquée par un nombre (1/200, 1:200 ou 200 ᵉ) ou par une référence de longueur (a). Le quadrillage modulaire des repères orthonormés permet le repérage (b). Par défaut, un plan est orienté vers le nord (en haut du papier dans le sens de lecture) ; le marquage du symbole (c) facilite l'orientation. Des cotations clairement indiquées permettent l'implantation correcte sur le terrain (d). Le cartouche rassemble les données destinées à l'archivage (e).



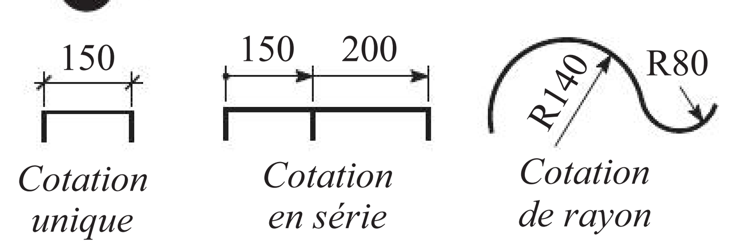
a Échelles visuelles



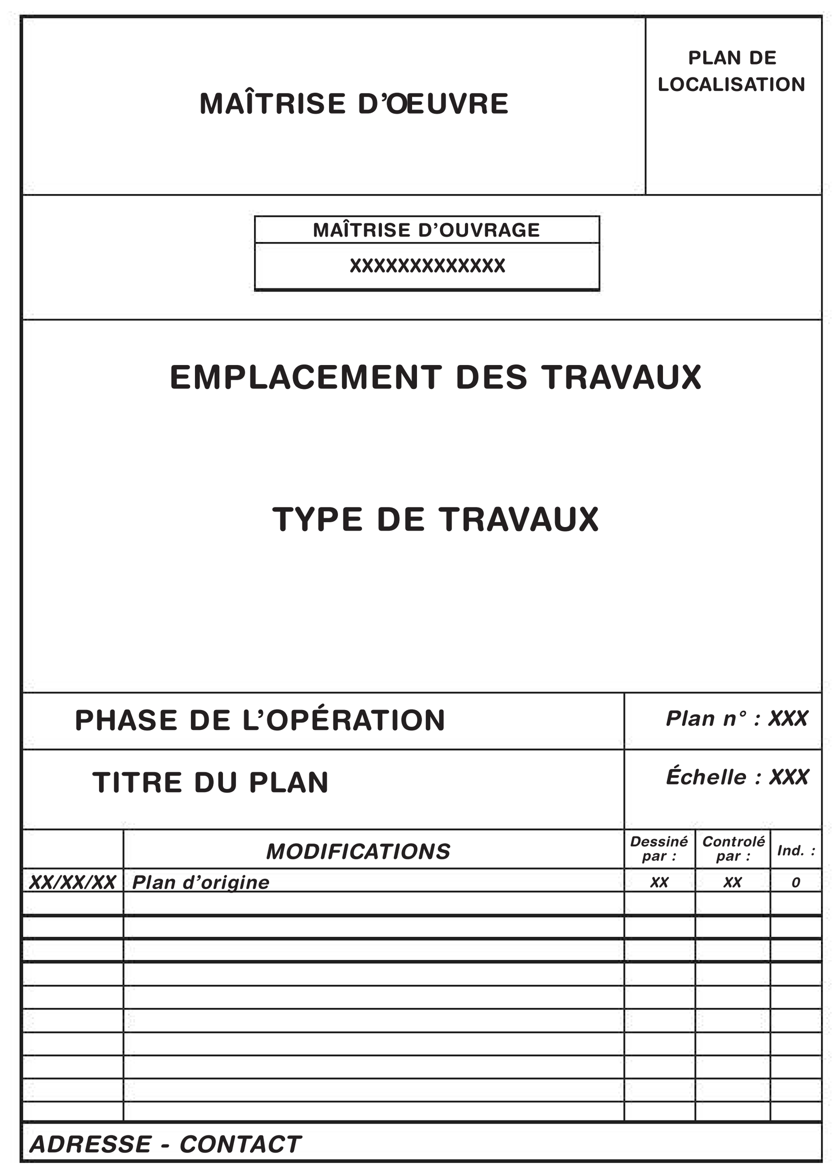
b Repérage en plan



c Symbole « Nord », rose des vents



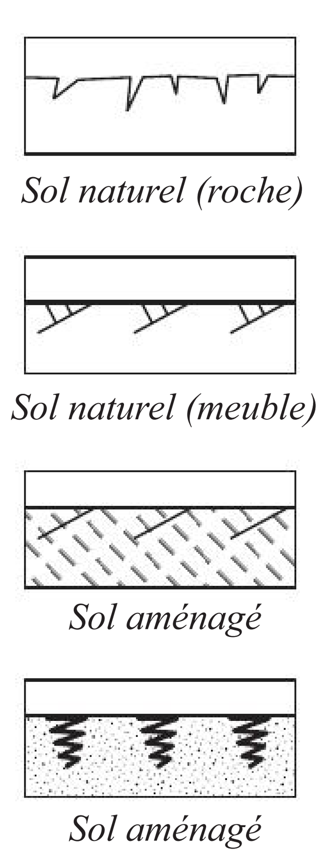
d Cotation



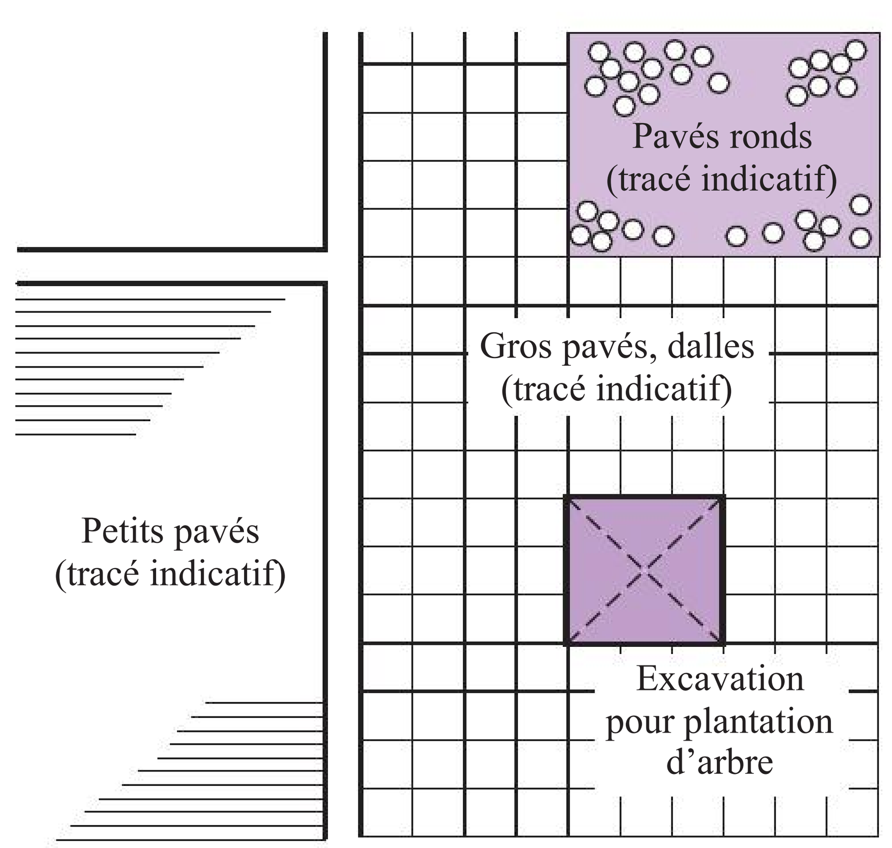
e Cartouche

Sols, revêtements et niveaux

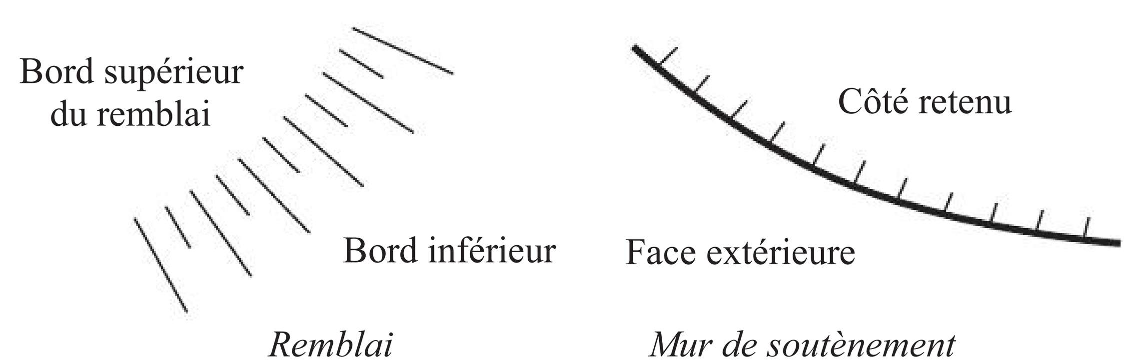
Des symboles indiquent la nature des sols (a), ainsi que les revêtements de sol et l'implantation des excavations destinées aux plantations d'arbres (b). Les remblais et murs de soutènement (c), les niveaux altimétriques et les courbes hypsométriques existants ou proposés (d) doivent être indiqués.



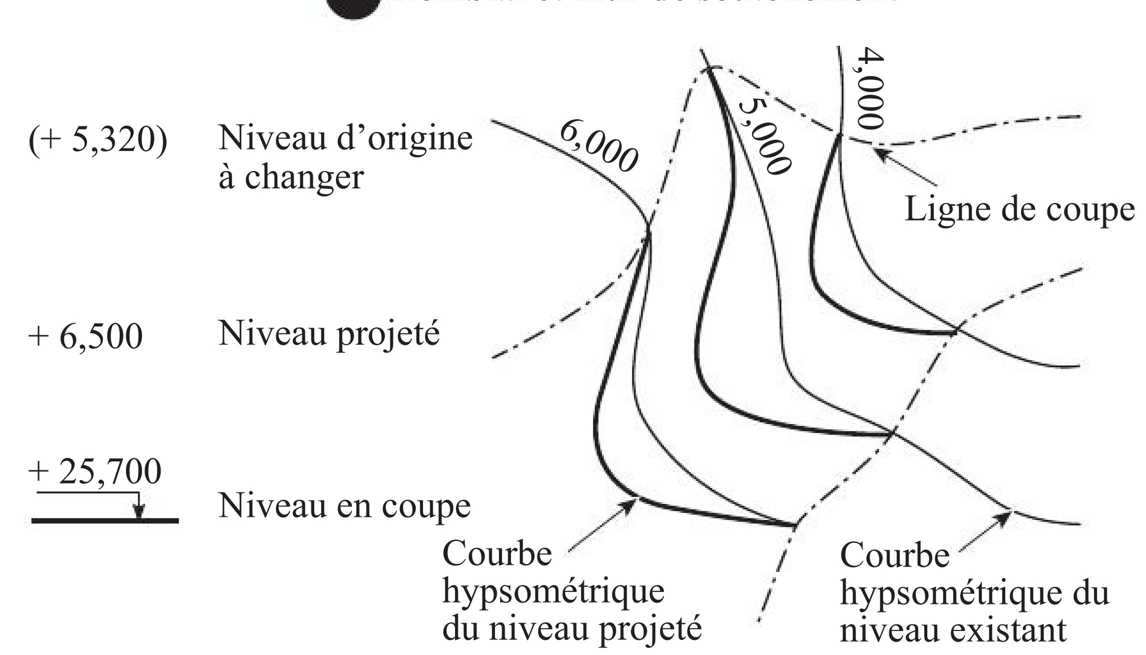
a Sols



b Revêtements de sol et excavation



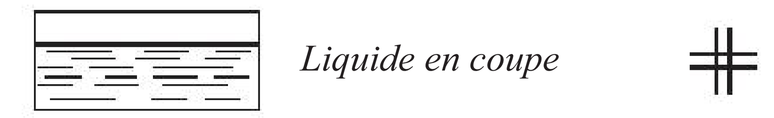
c Remblai et mur de soutènement



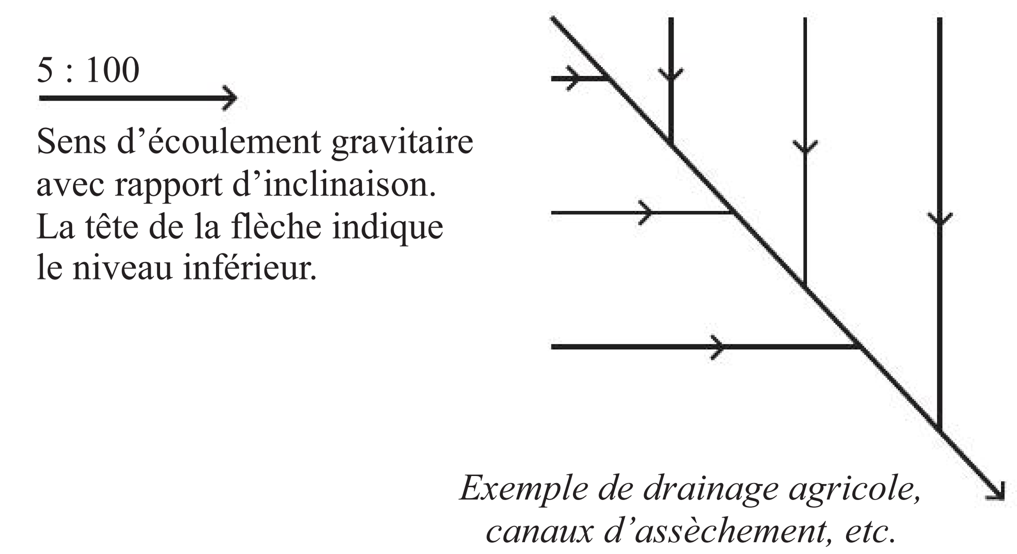
d Niveaux et courbes hypsométriques

Systèmes d'arrosage

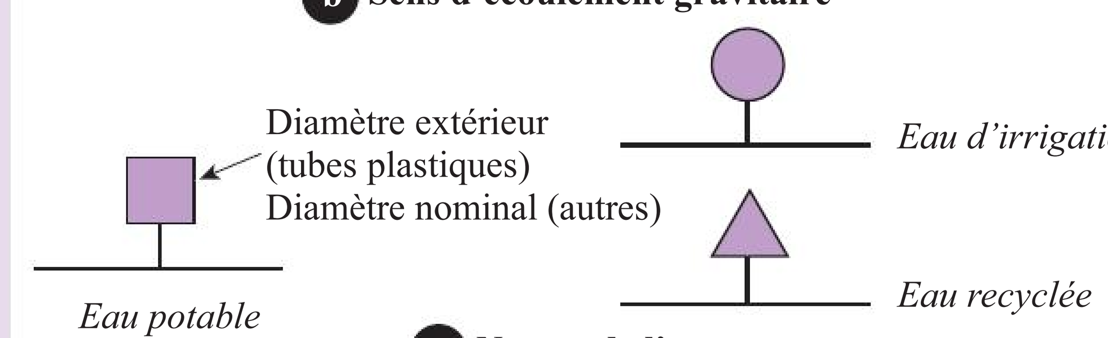
La représentation d'un élément liquide ou d'une prise d'eau (a) et du sens d'écoulement (b) doit apparaître sur les plans. La nature de l'eau des systèmes d'arrosage (c), les emplacements de canalisations et fourreaux existants ou à réaliser (d) ainsi que l'emplacement et les dispositifs de distribution d'eau (e) doivent être clairement indiqués.



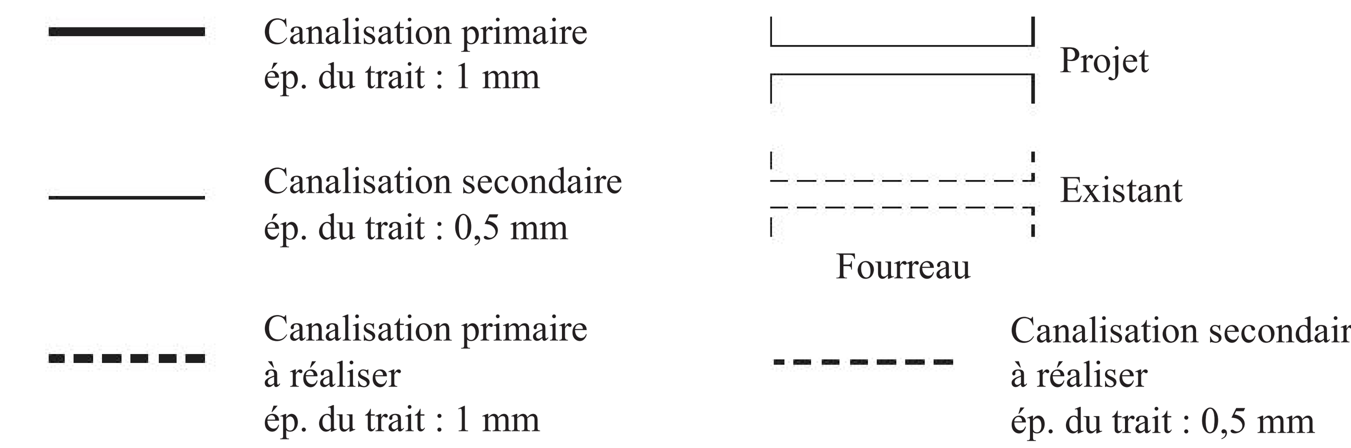
a Eau en coupe et prise d'eau



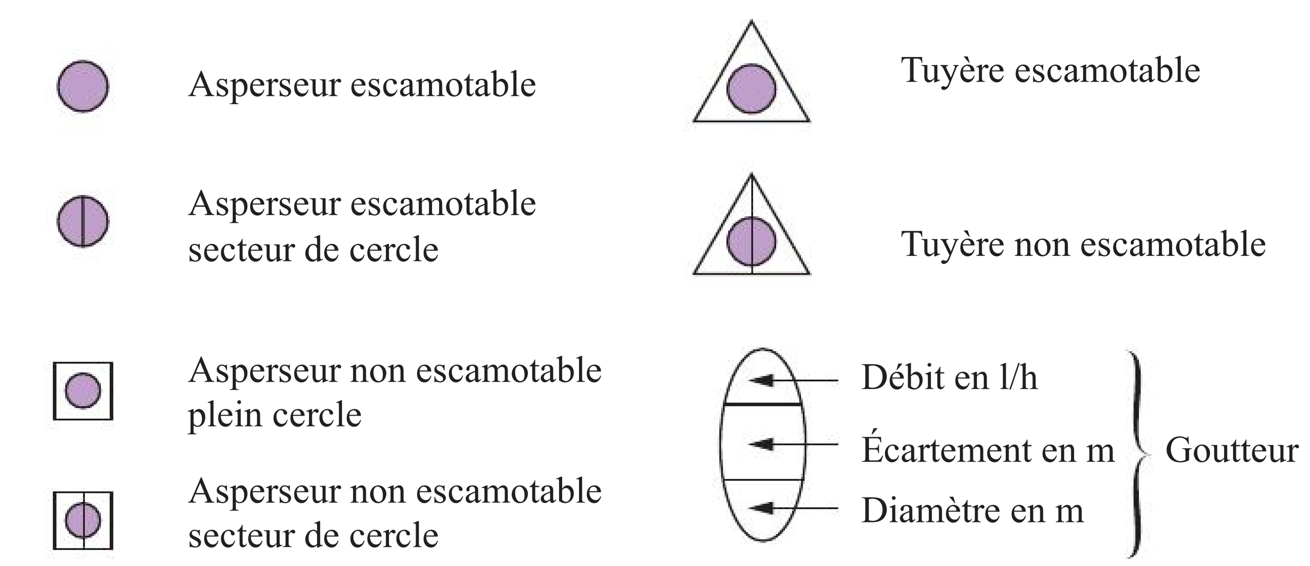
b Sens d'écoulement gravitaire



c Nature de l'eau



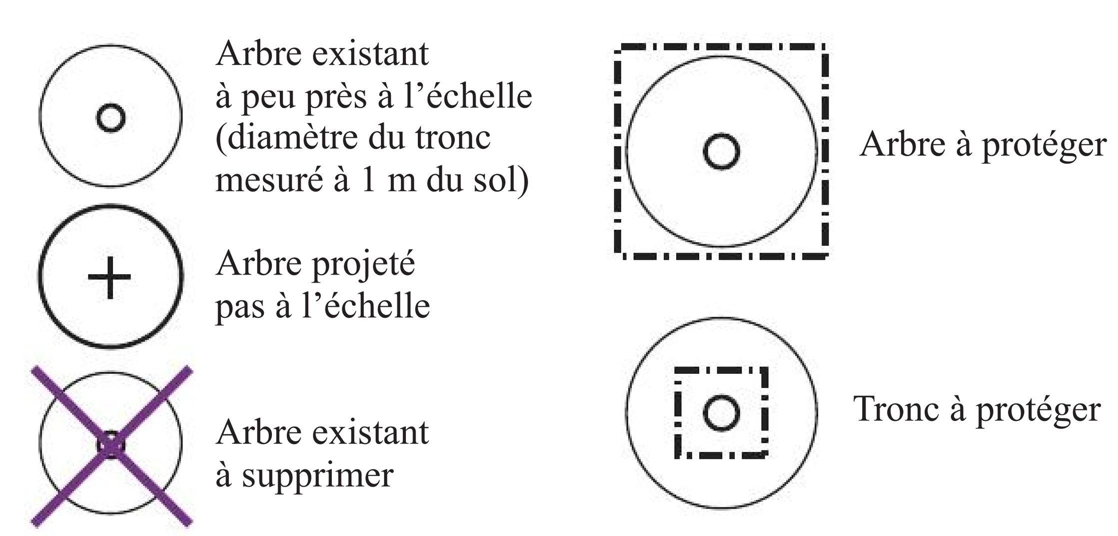
d Canalisations et fourreaux



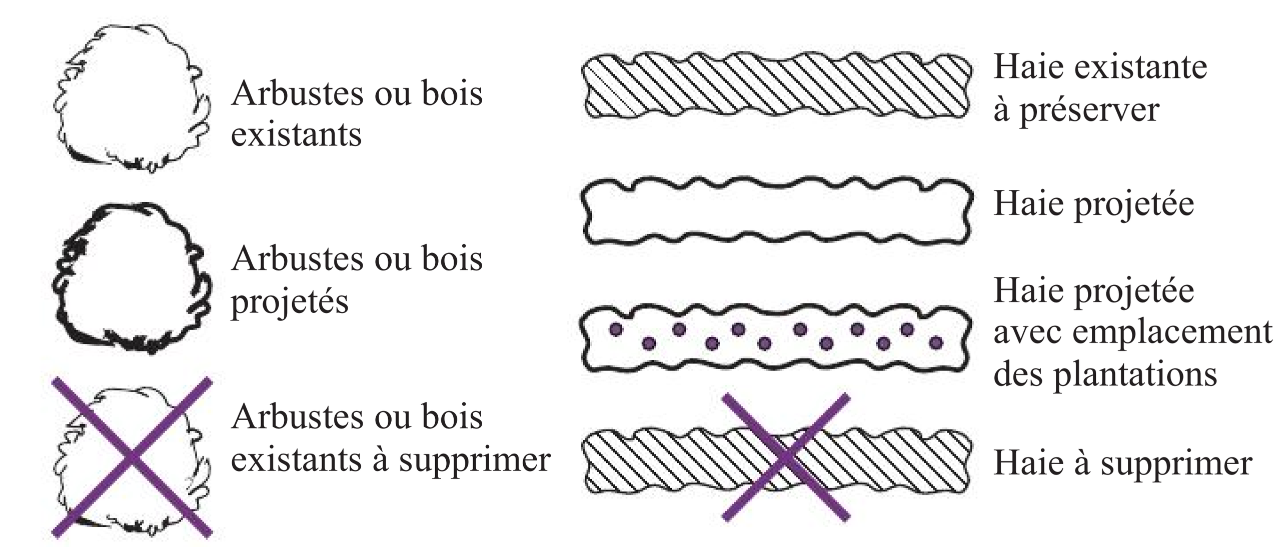
e Dispositifs de distribution d'eau

Plantations

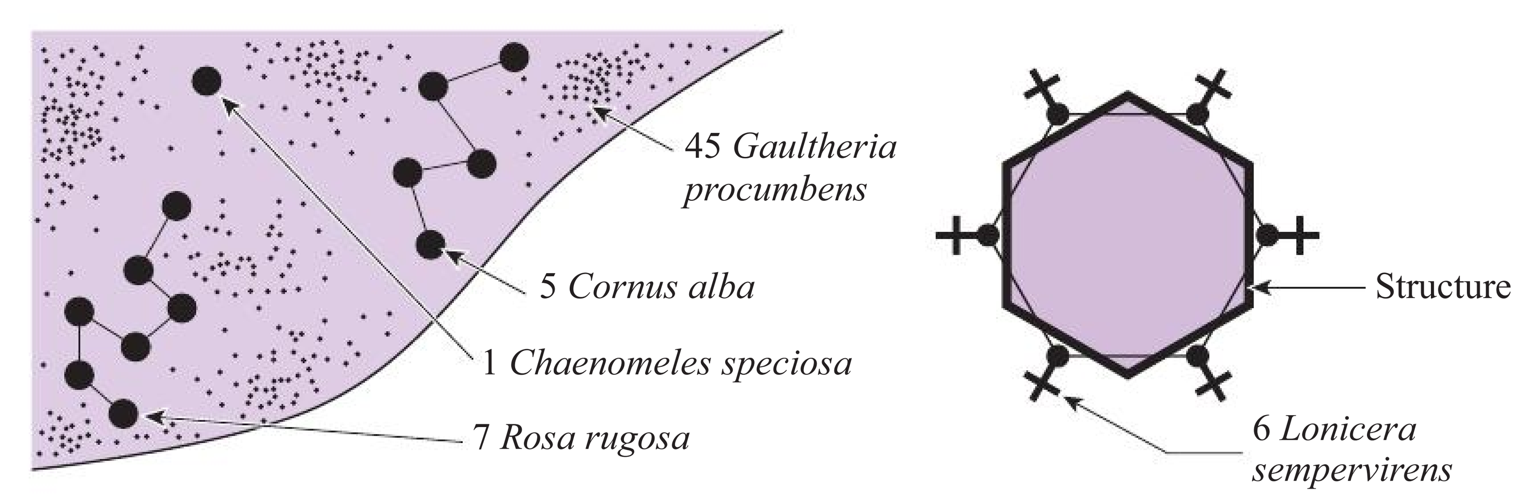
Les symboles prescrits par la norme permettent de repérer les plantations d'arbres (a), de haies, d'arbustes (b), de plantes grimpantes (c), les parterres et les zones enherbées (d).



a Arbres

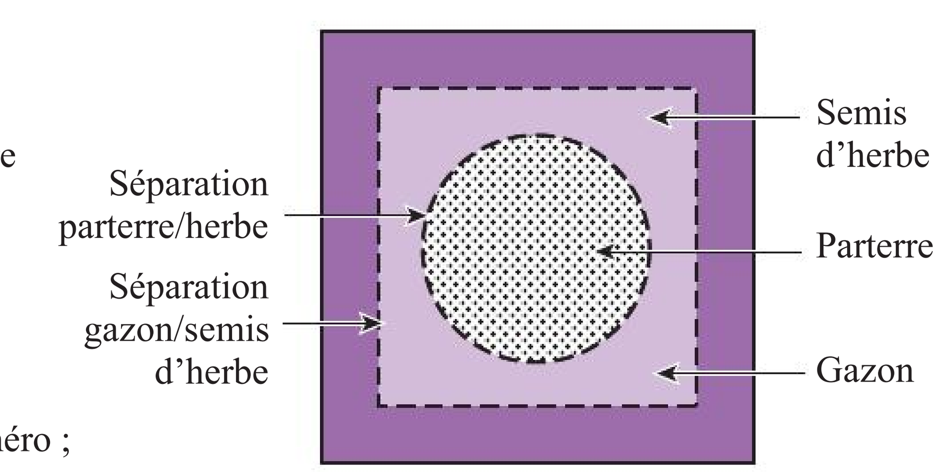


b Arbustes et haies



Indications éventuelles :
– indiquer le nombre de plantes d'une même espèce, sur le dessin ou dans un renvoi avec un numéro ;
– relier entre elles les plantes d'une même espèce ;
– indiquer seulement le nombre de plantes d'une même espèce lorsqu'elles sont nombreuses, sans les individualiser ;
– indiquer l'étalement.

c Arbustes et plantes grimpantes



d Parterre, gazon, semis de gazon

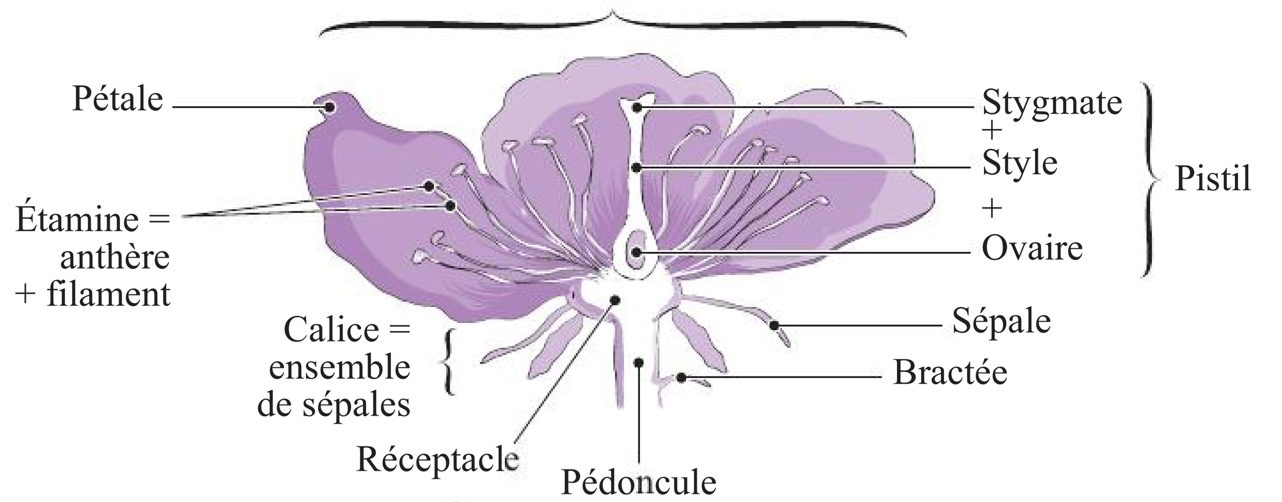
Comment ça marche

Plantes

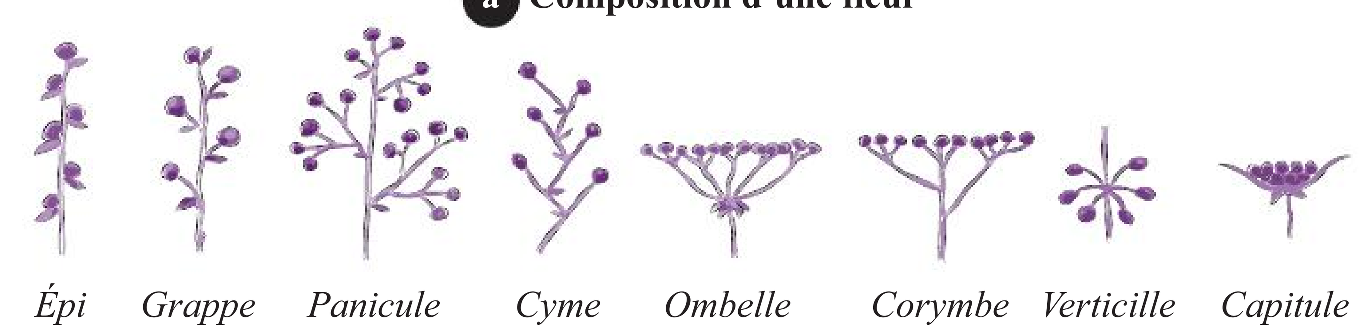
Les plantes vivaces, bulbeuses, annuelles et bisannuelles peuvent être plantées dans des massifs en compagnie d'arbres et d'arbustes, ou utilisées dans le fleurissement saisonnier. Le plan de plantation détermine la position de chaque plante en fonction de sa hauteur et de son étalement à l'âge adulte. La plantation des espèces livrées en arrachis, en motte, en godet ou en pot est suivie d'opérations de plombage, arrosage, tuteurage et paillage.

Morphologie des plantes herbacées et des fleurs

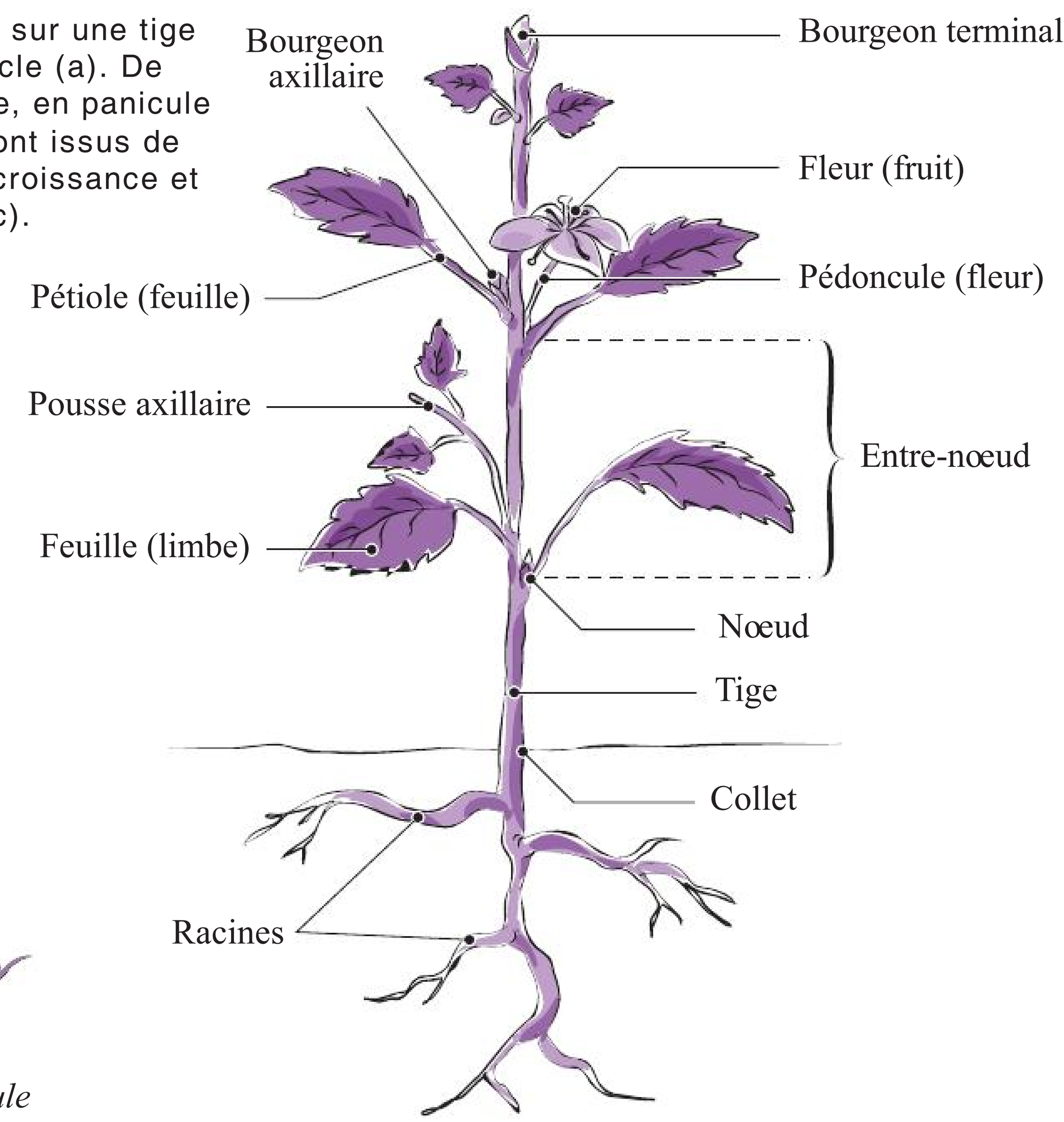
Le rôle essentiel des fleurs est la reproduction sexuée. Elles sont positionnées sur une tige et leurs organes (sépales, pétales, pistil et étamines) implantés sur un réceptacle (a). De formes variées, les fleurs peuvent être solitaires ou groupées en épi, en grappe, en panicule ou cyme, en ombrelle, en corymbe, en verticille ou en capitule (b). Les fruits sont issus de l'évolution des fleurs fécondées. Ils incluent les graines dont ils permettent la croissance et la dissémination. La morphologie d'une plante herbacée est donnée en figure (c).



a Composition d'une fleur



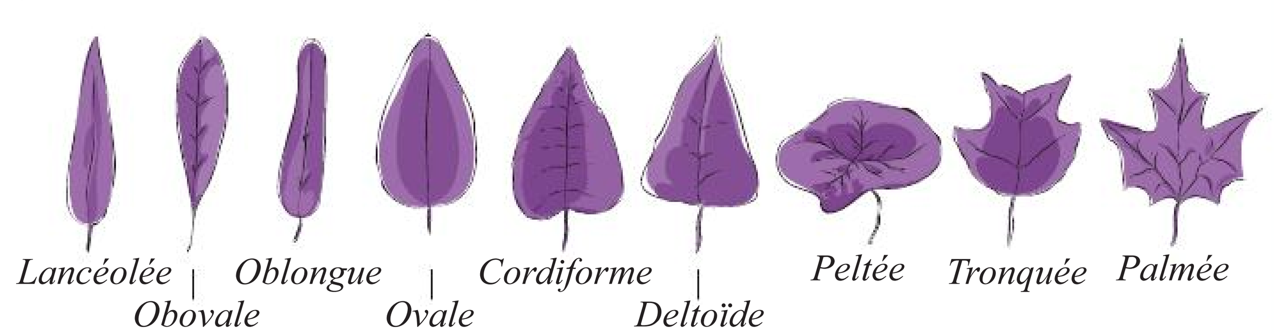
b Forme des fleurs composées



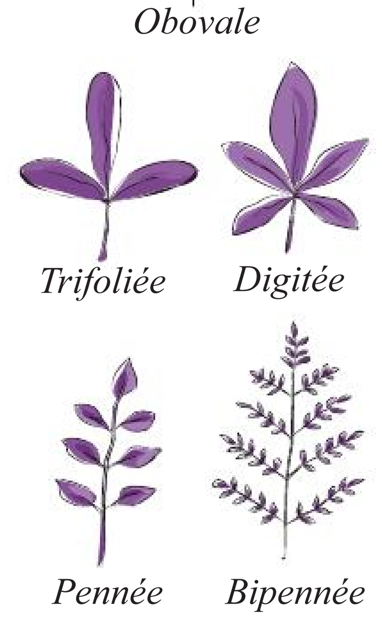
c Morphologie d'une plante herbacée

Feuilles

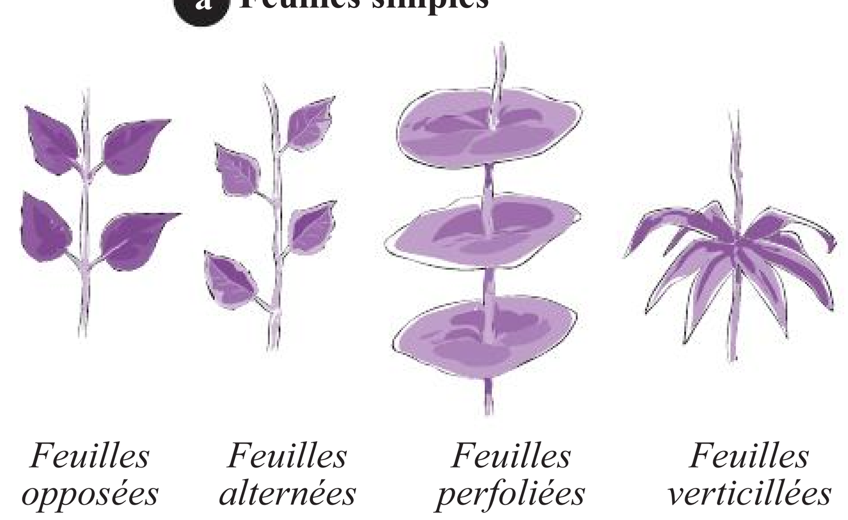
Les feuilles sont l'élément essentiel de la circulation de la sève. De formes variées, elles peuvent être simples (a) ou composées (b). Elles peuvent être positionnées de différentes façon sur la tige : opposées, alternées, perfoliées ou verticilliées (c).



a Feuilles simples



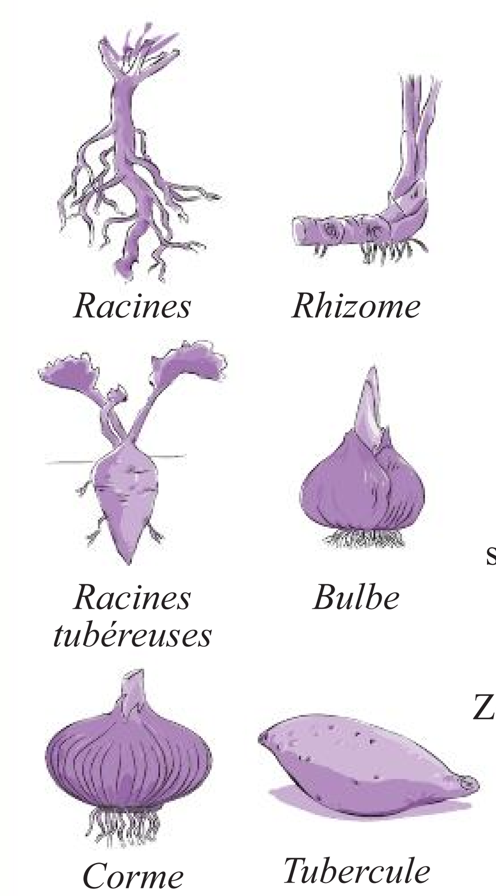
b Feuilles composées



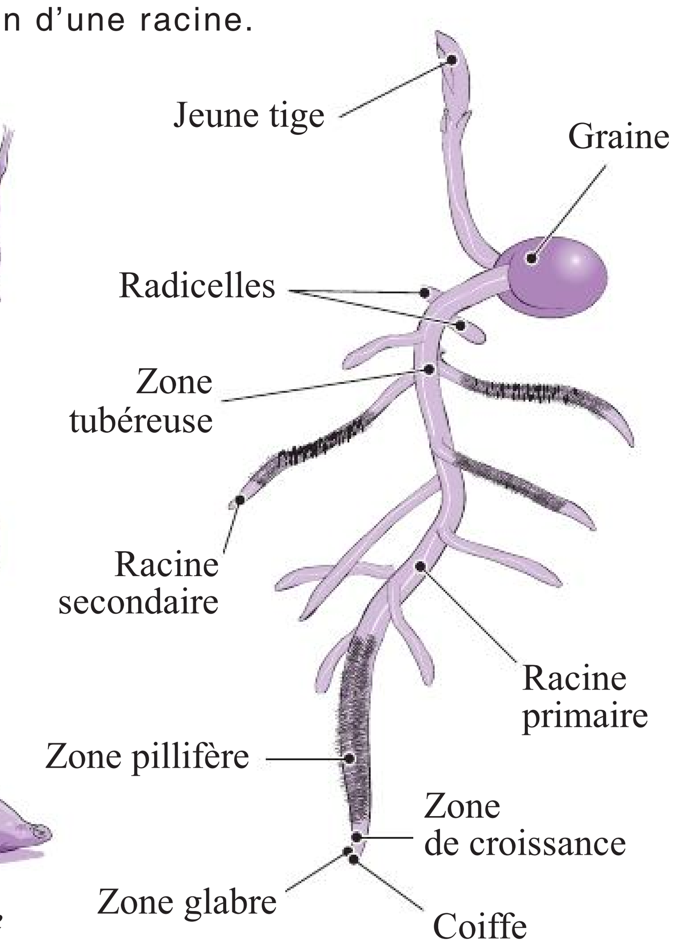
c Position des feuilles

Racines

Les racines assurent à la fois la fixation de la plante dans son support et sa nutrition, en prélevant dans le sol les minéraux et l'eau. Elles peuvent avoir différentes formes (a). La figure (b) donne la composition d'une racine.



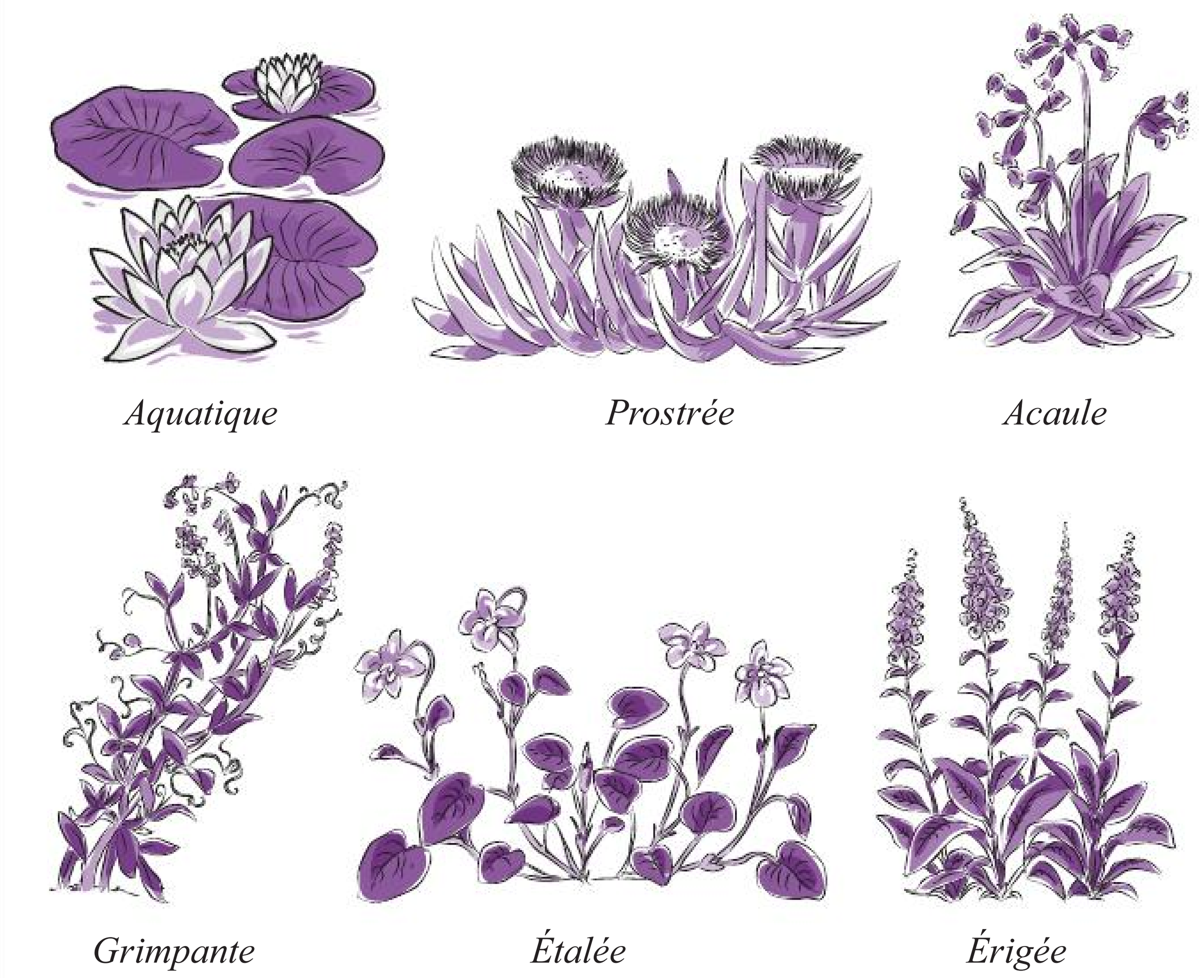
a Forme des racines



b Composition d'une racine

Forme des plantes herbacées

Les plantes herbacées ne contiennent pas de bois ; leurs tiges sont souples. Pour la plupart des espèces, la partie aérienne de la plante disparaît durant l'hiver ; d'autres ont des feuilles persistantes. Certaines sont des plantes grimpantes qui s'accrochent à leur support par des vrilles (pois de senteur), d'autres ont des tiges volubiles (ipomée et capucine). Elles ont une durée de vie variable : un an pour les annuelles, deux ans pour les bisannuelles et plusieurs années ou dizaines d'années pour les vivaces.



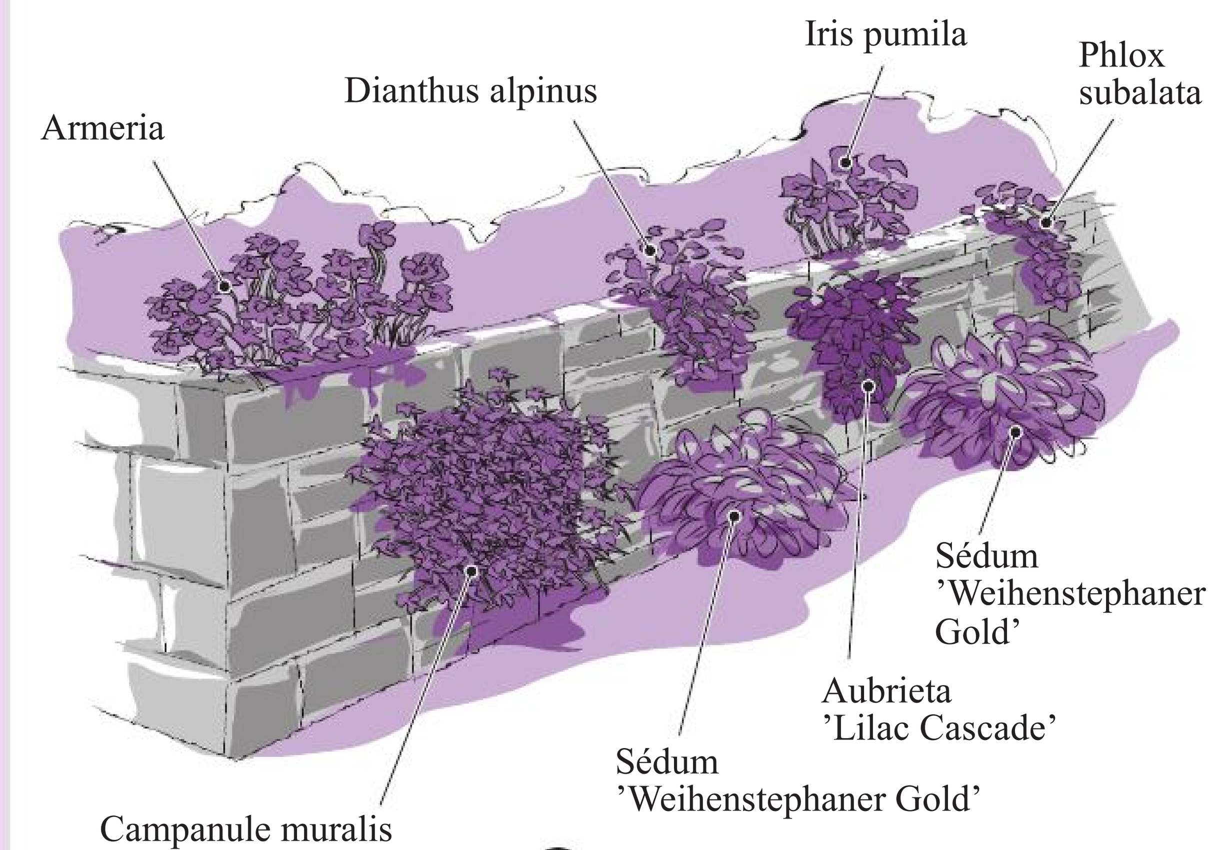
Formes des plantes herbacées

Fascinages et murets

Les fascinages (a) et les murets (b) permettent de distinguer les différences de niveaux et jouent un rôle esthétique. Ils accueillent de nombreuses espèces végétales, notamment les espèces de sols secs et pauvres, relativement rares. La technique du fascinage est utilisée pour la tenue des terres et des massifs et pour la stabilisation des berges de plans d'eau.



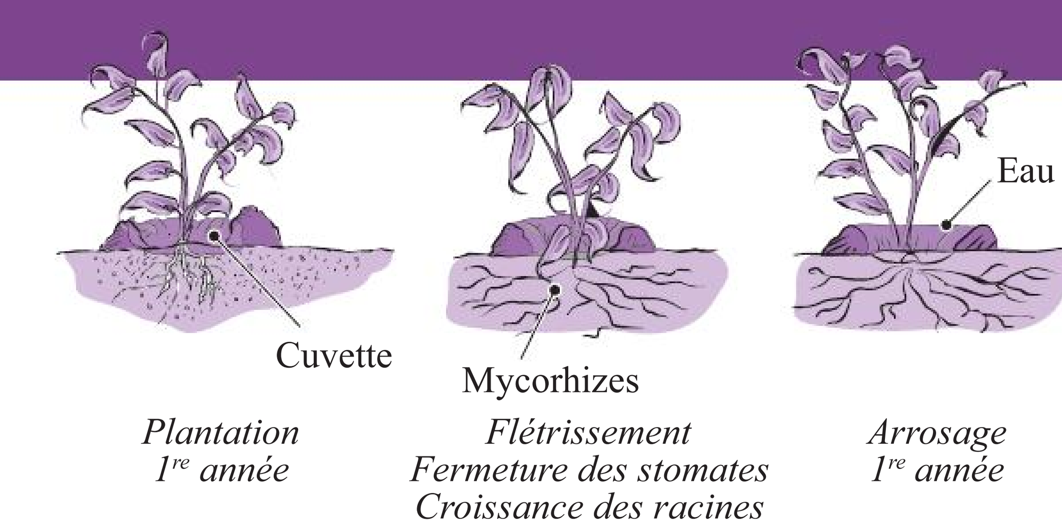
a Fascinage



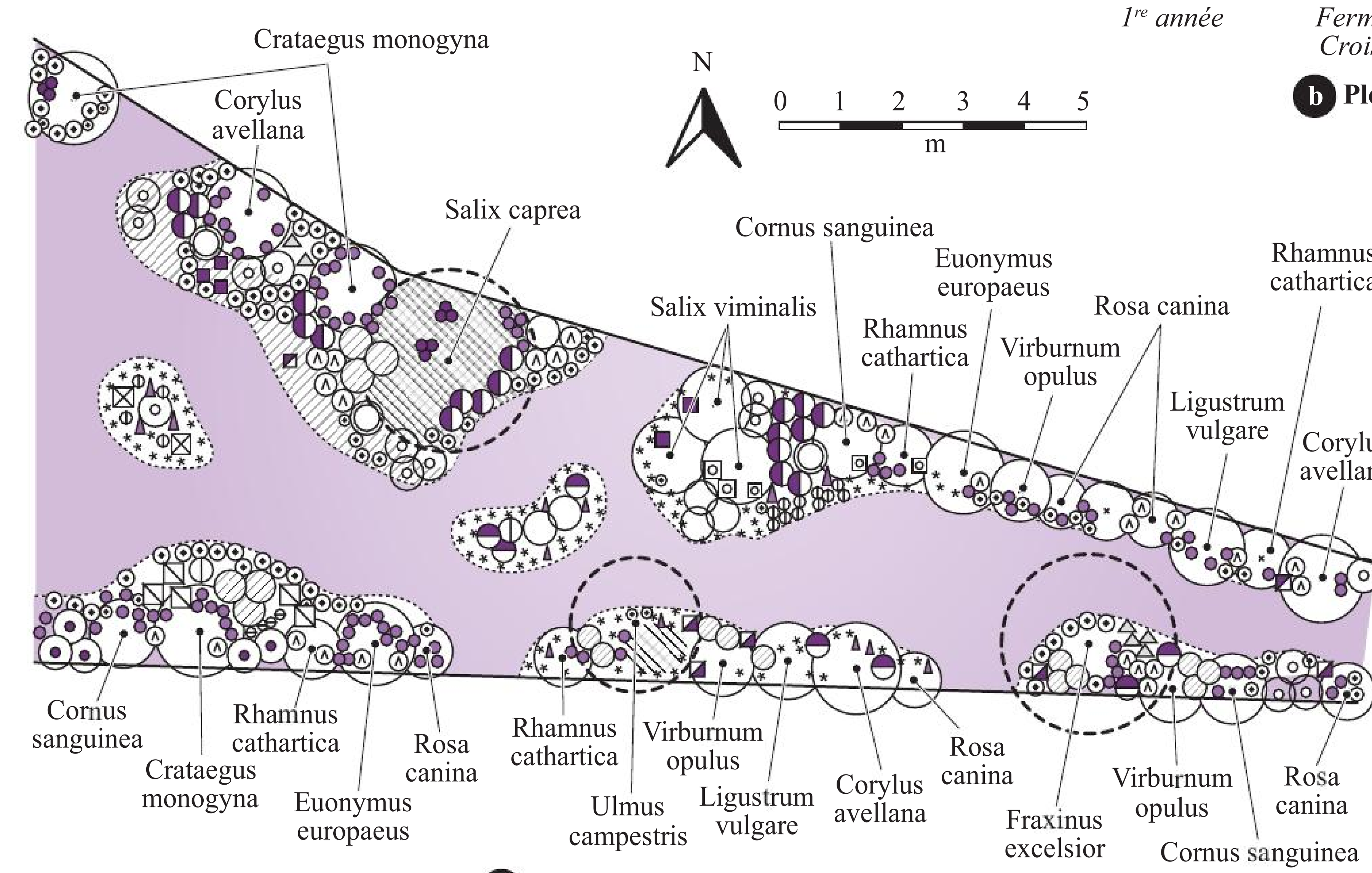
b Muret fleuri

Plantations

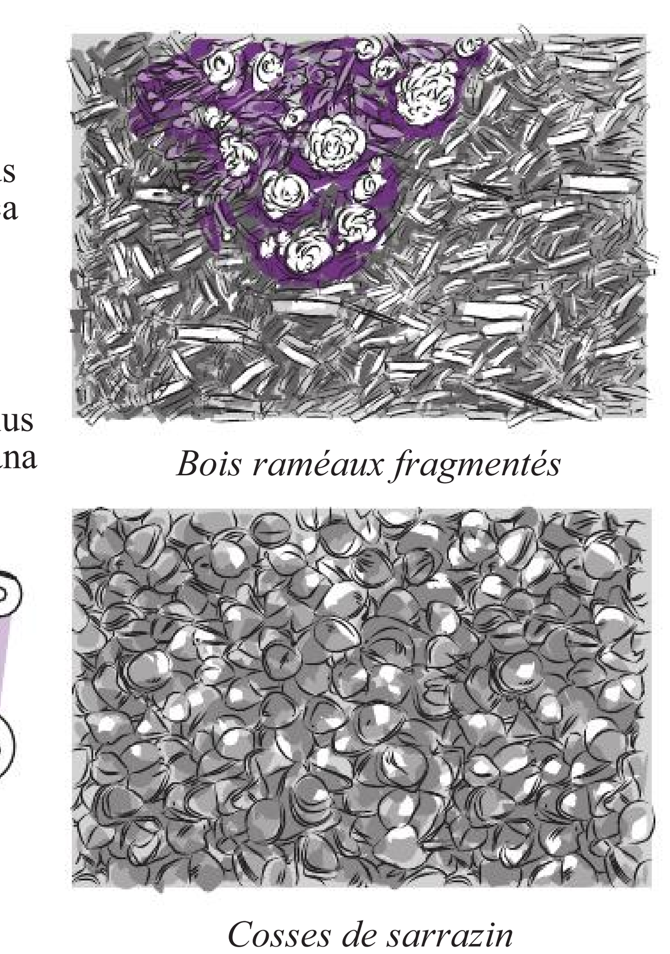
La conception d'un massif donne lieu à un plan de composition (a) qui indique l'emplacement de chaque espèce et l'encombrement estimé à taille adulte. Le plombage (tassement hydraulique) réalisé lors de la plantation est essentiel à la reprise des végétaux (b). Il est suivi d'un arrosage lorsque la plante atteint le point de flétrissement, étape indispensable pour permettre au système racinaire de descendre en profondeur. Le paillage (c) favorise le développement des végétaux et permet de limiter les arrosages, d'éviter le désherbage et de favoriser la vie du sol.



b Plombage et arrosage



a Plan de composition d'un espace planté



c Paillage

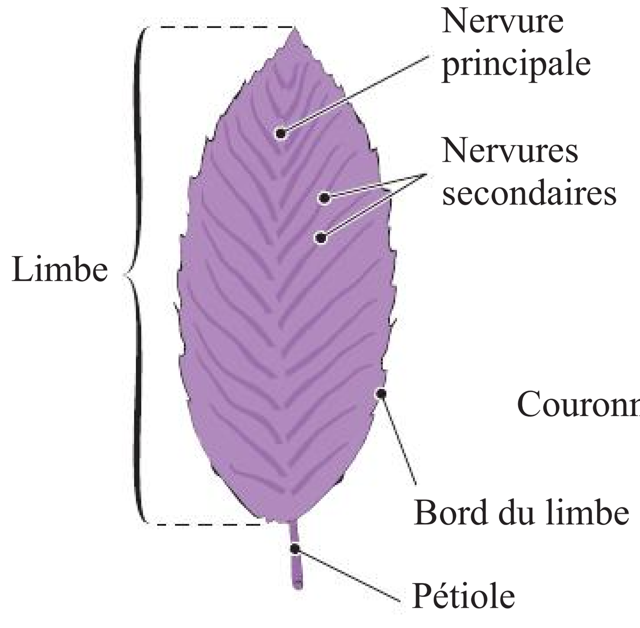
Comment ça marche

Arbres

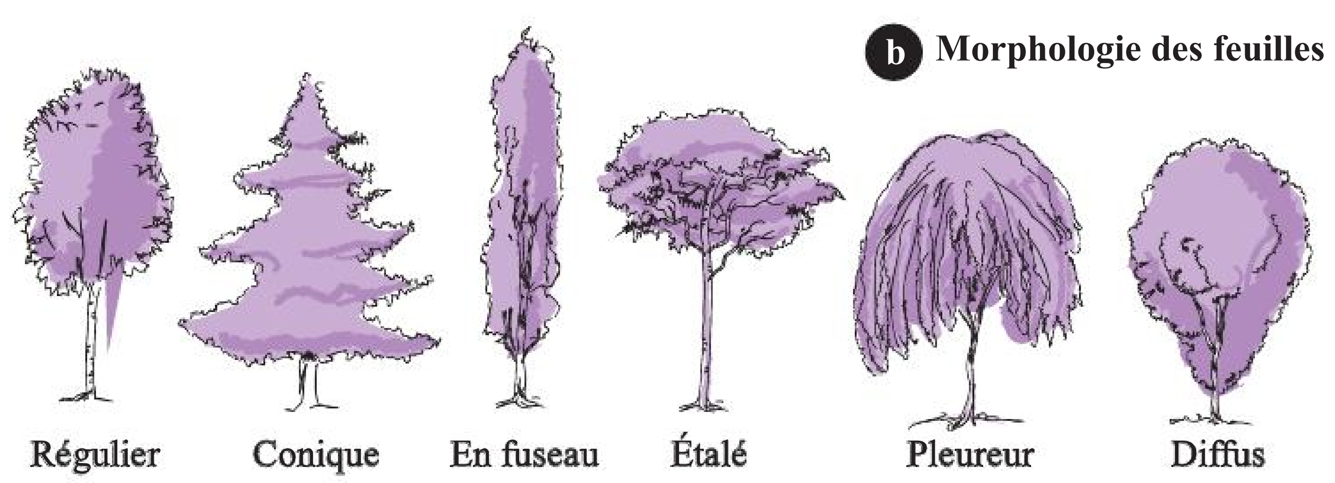
Les arbres, composants majeurs des espaces verts, sont considérés comme une plante pérenne. Ils se développent en hauteur, entre 5 et 80 m selon les espèces. Les arbres jouent un rôle essentiel dans l'équilibre écologique, notamment en milieu urbain. Grâce à leur capacité à fixer le carbone et le gaz carbonique, ils participent activement au cycle de l'eau et ont une contribution effective à l'écosystème et à la biodiversité.

Morphologie des arbres et arbustes

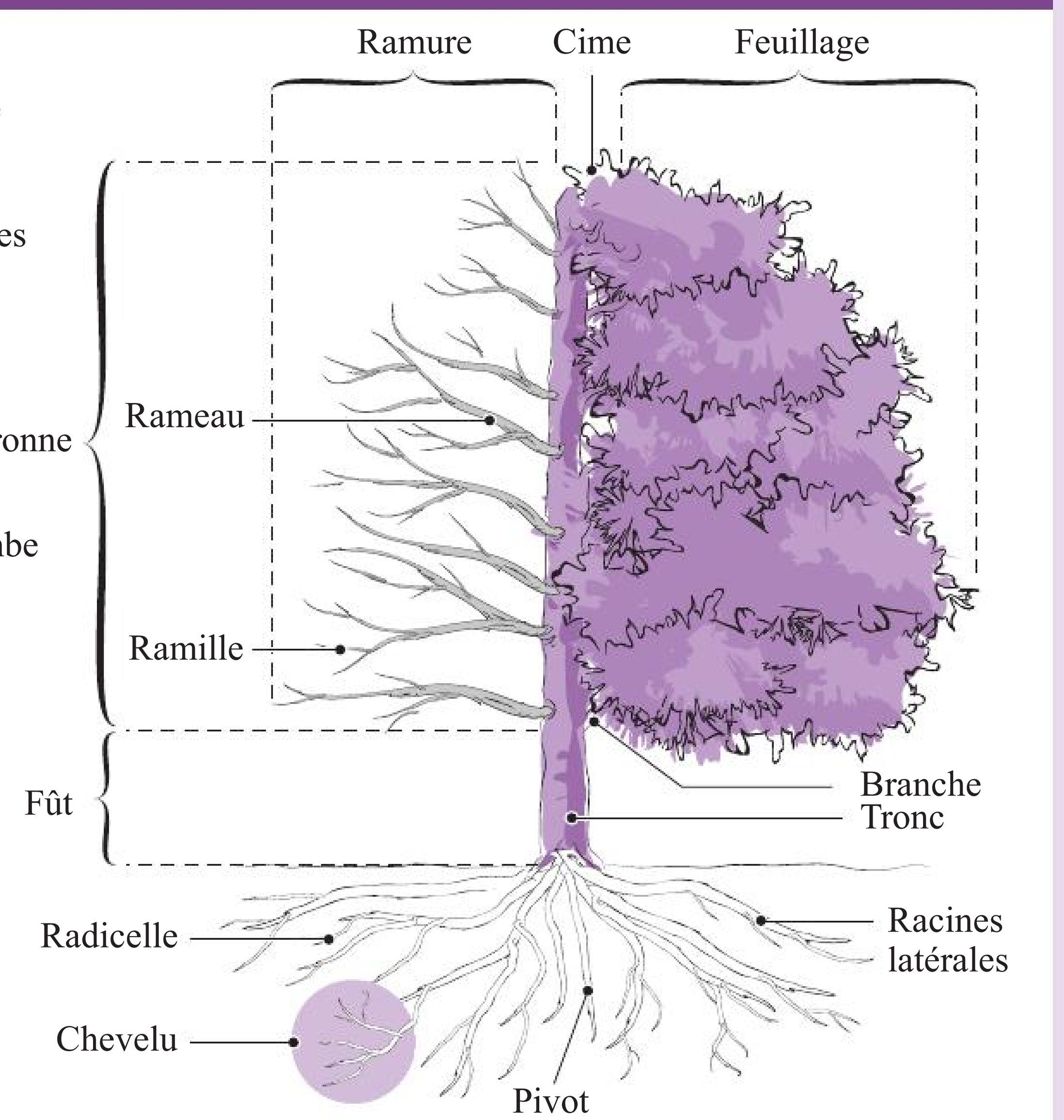
Le classement botanique des arbres se fait par espèce, genre, famille, caractéristiques structurelles de port et de forme (a), de couleur (saisonnière), de texture des feuilles (b), de fleurs, etc. Appelés aussi ligneux, les arbres et arbustes présentent des tiges, ou troncs et branches, et des racines rigides (c). Leur partie aérienne est composée d'un tronc qui se divise au niveau de la couronne (ou houpier) en plusieurs branches maîtresses ou charpentières. Leur partie souterraine est constituée de racines pivotantes, traçantes ou mixtes. Le collet de l'arbre se situe à la jonction de la partie souterraine et de la partie aérienne.



b Morphologie des feuilles



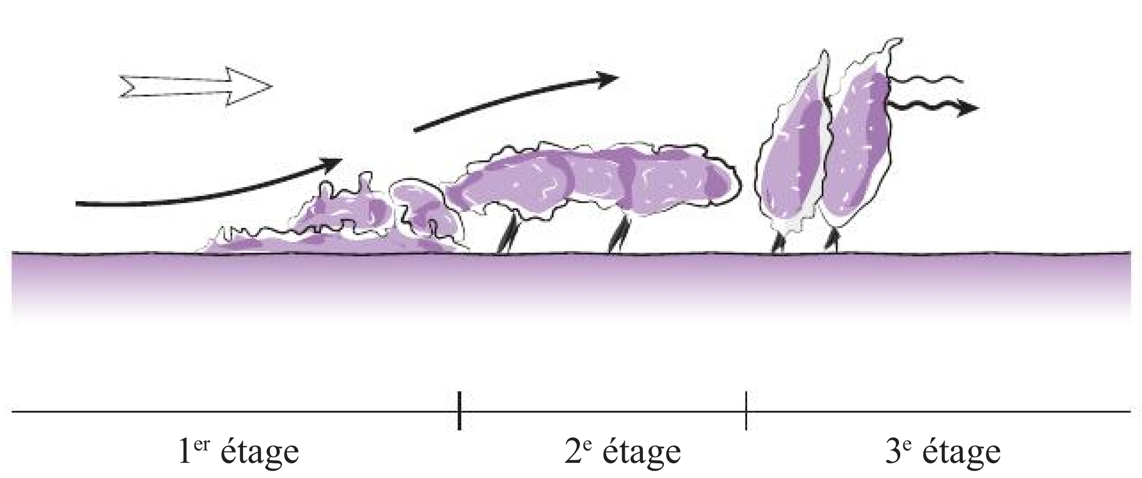
a Forme et port des arbres



c Morphologie des arbres et arbustes

Usage des arbres et arbustes

La plantation d'arbres et arbustes dépend de leur développement futur et de l'effet souhaité. Ils peuvent faire office de brise-vent (a) en bord de mer, dans les vallées ventées, etc. ou être plantés dans un but esthétique (b), en alignement ou isolés, pour créer un fond végétal ou un écran visuel.

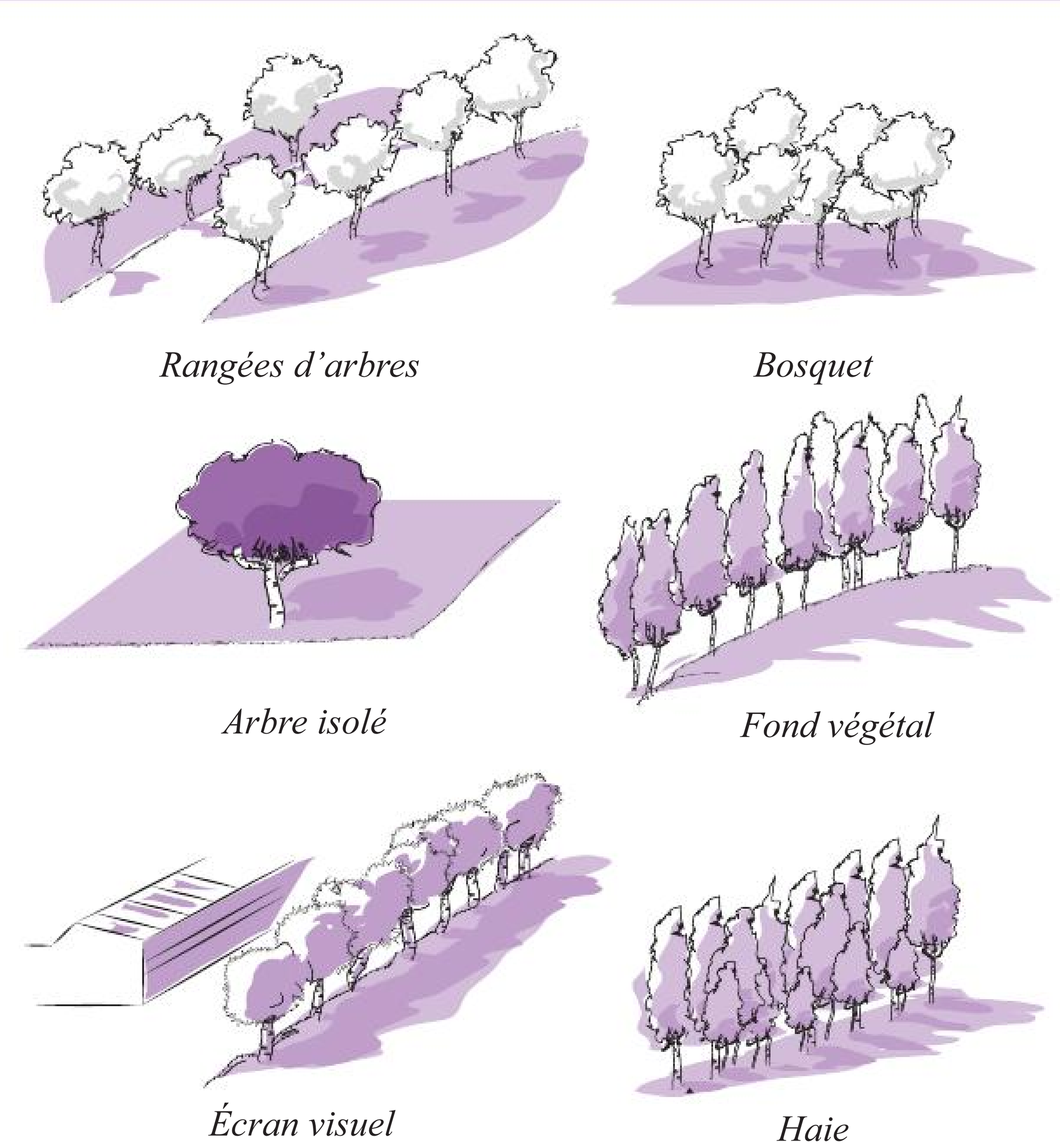


1er étage - Protection de bouclier
Végétaux rampants, buissonneux, arbustifs

2e étage - Couverture préau relais, porte l'effet de protection
Végétation d'une hauteur moyenne

3e étage - Sert de tamisage et accentue l'effet de protection
Végétation élevée

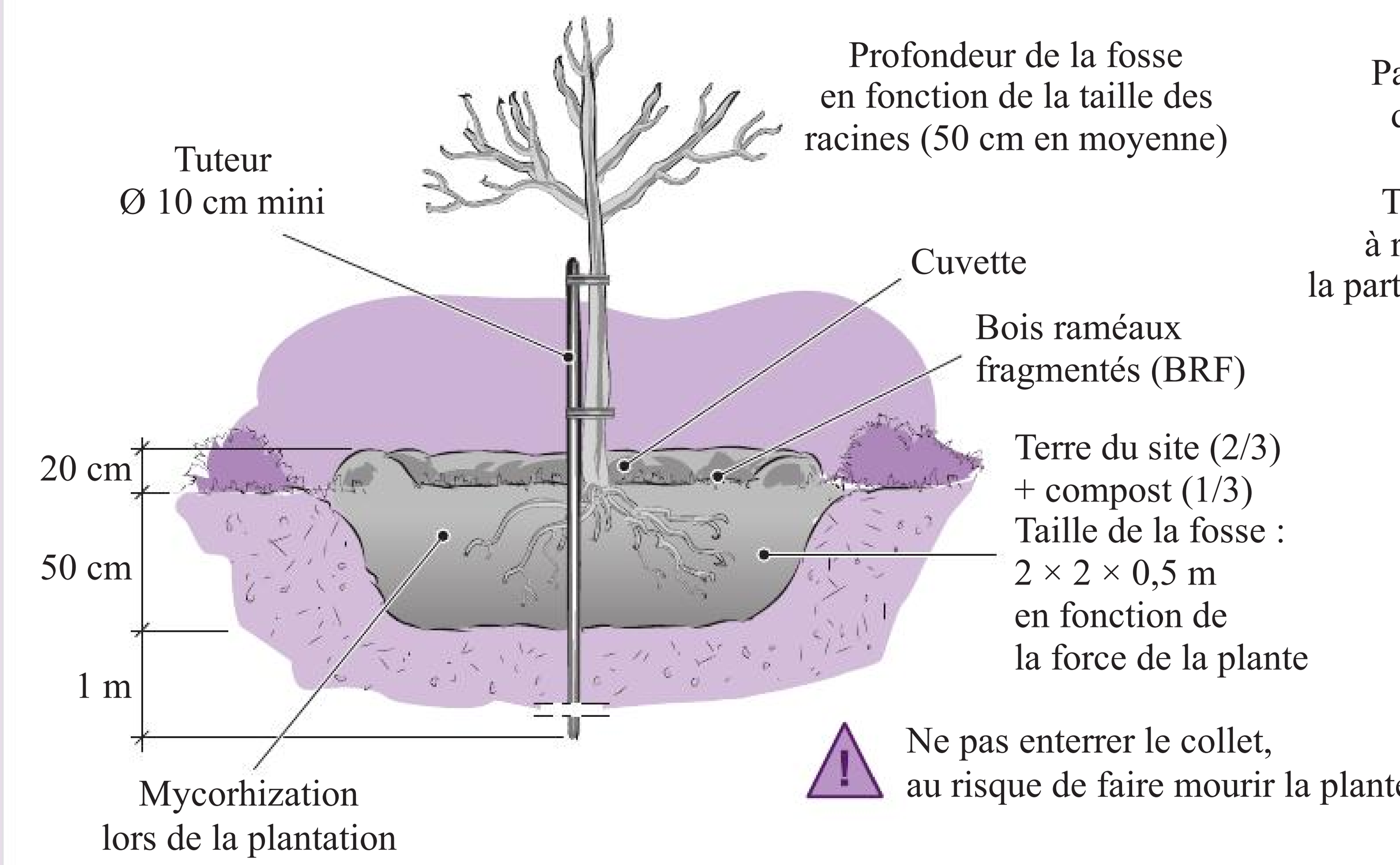
a Strates de végétation coupe-vent



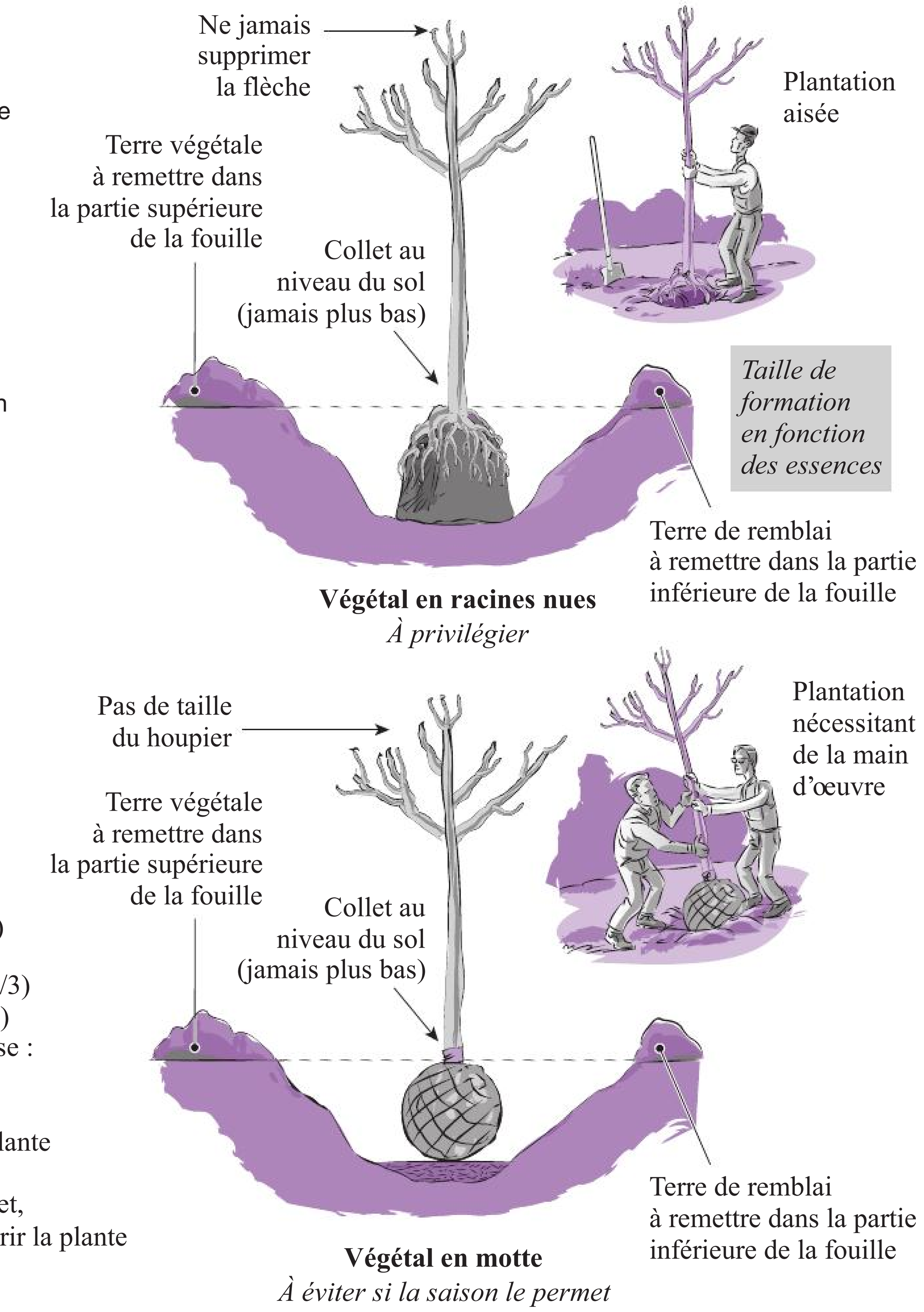
b Usage des arbres et arbustes

Plantation

L'époque de plantation des végétaux ligneux s'étale du 15 octobre au 15 avril lorsque la sève circule peu dans le végétal. Suivant le dicton « à la Sainte-Catherine, tout bois prend racine », il est préférable de planter tôt en saison, à la fin de la période végétative. La profondeur de la fosse de plantation (a) doit être d'une profondeur de 70 cm pour les arbres et conifères à racines nues ou en motte. En milieu favorable et en fonction des plantes, cette profondeur peut être ramenée à 60 cm pour une taille d'arbre courante de 80/100 cm et à 40 cm pour un arbuste. Le collet de l'arbre ne doit pas être enterré et rester visible au-dessus du niveau du sol. Le remblaiement s'effectue avec de la terre végétale fine non compactée à laquelle est ajoutée de l'eau pour rétablir la capillarité entre le sol et les radicelles. Le plombage du tassement hydraulique demande entre 20 et 50 litres d'eau par arbre. La cuvette d'arrosage située au pied de l'arbre est de forme torique. Un paillage en bois raméaux fragmentés (BRF) améliore la croissance de l'arbre en limitant l'évaporation de l'eau du sol. Le mode de plantation (b) en racines nues est à privilégier. Ses avantages sont les suivants :
- la bonne reprise du végétal ;
- l'absence de motte, donc de terre, qui réduit le risque de contamination du sol par un autre sol ;
- le poids réduit du végétal qui facilite la manutention.



a Fosse de plantation et cuvette d'arrosage



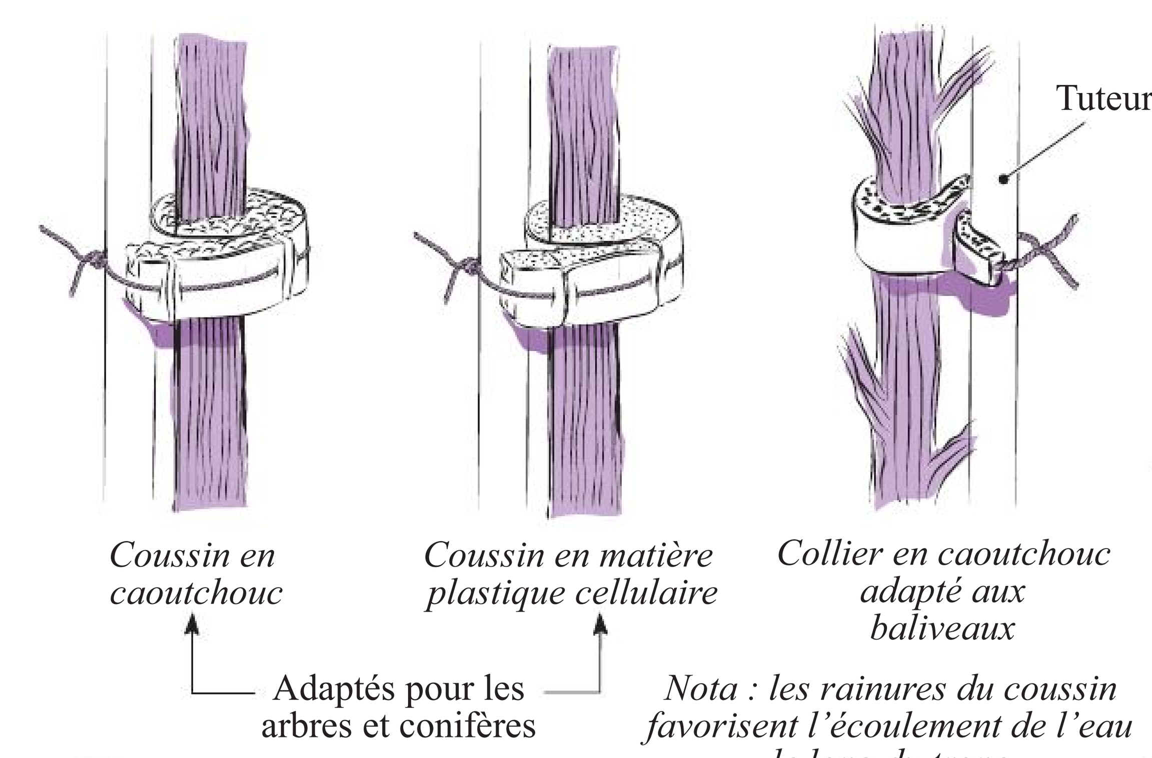
b Mode de plantation

Tuteurage

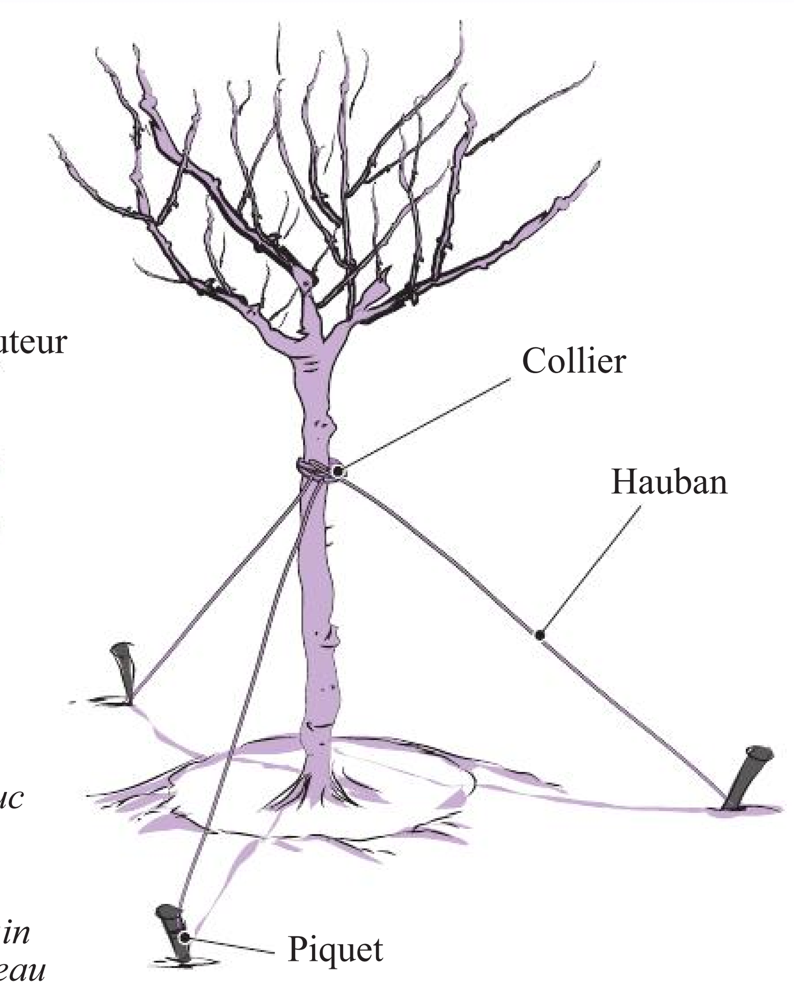
Pour conserver un bon équilibre et rester vertical, le plan d'arbre peut être tuteuré ou haubané (b). La période de tuteurage doit être la plus courte possible, le vent stimulant le développement racinaire. Les colliers d'attache sont mis en place de manière à éviter tout risque de blessure et d'instabilité, en privilégiant les liens biodégradables (a). Les attaches sont graduellement desserrées de sorte que l'arbre puisse développer un tronc solide.



Mise en place du collier
(attache avec lien biodégradable toile de jute, chanvre, etc.)



a Liens et colliers d'attache



b Haubanage d'un arbre transplanté

Comment ça marche

Construire dans les arbres

Une plateforme construite dans un arbre peut servir de base à une cabane perchée, à un départ de circuit accrobranche (pont suspendu, tyrolienne, etc.), être utilisée comme observatoire ou supporter des agrès. Elle doit être stable, solide et sécurisée. Selon sa taille, elle peut faire l'objet d'une déclaration préalable de travaux auprès des services techniques de la mairie. Par ailleurs, une assurance responsabilité civile adaptée est recommandée.

Dispositions constructives

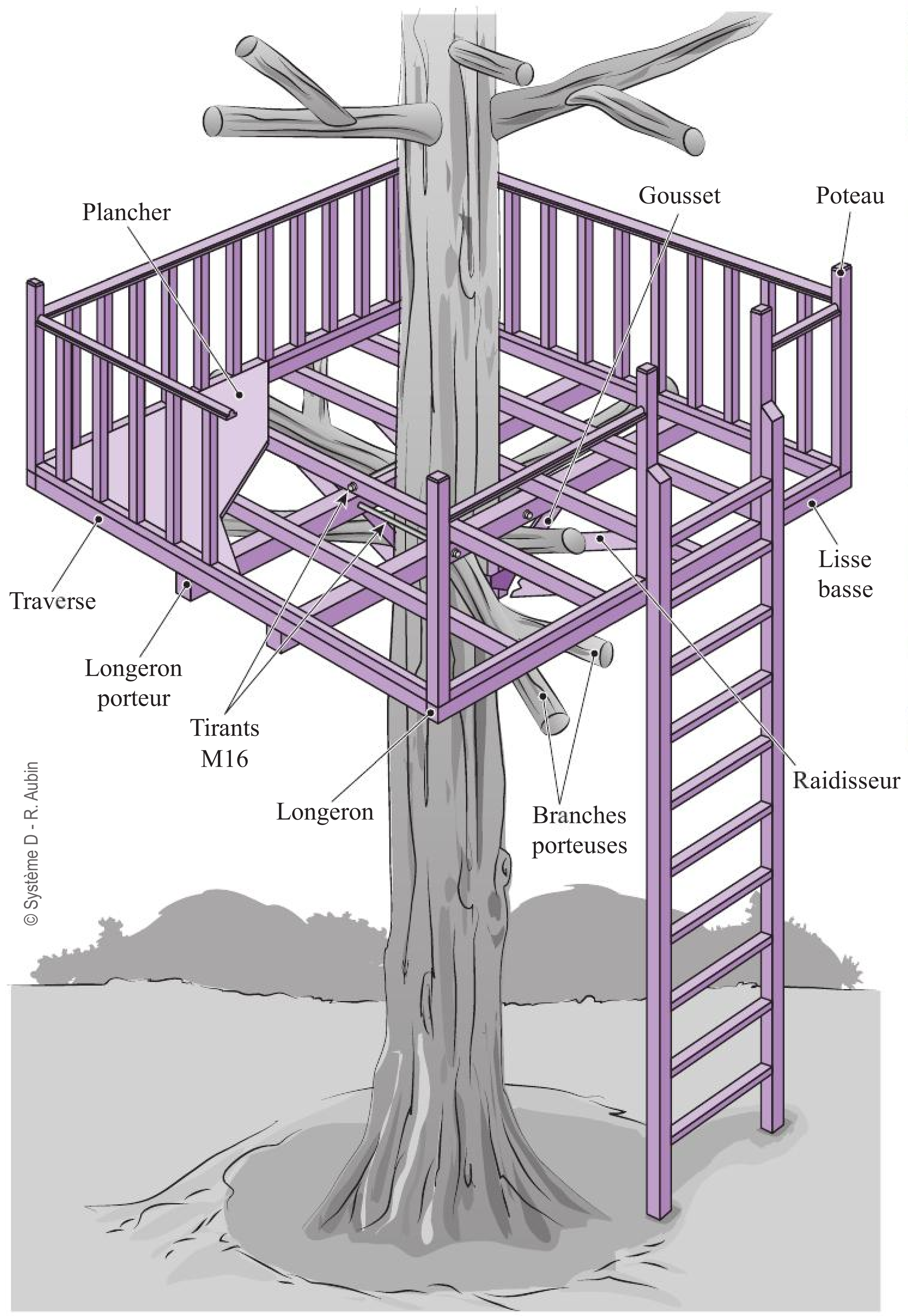
L'arbre doit mesurer au moins 15 m de hauteur, être sain et bien charpenté. Le chêne, l'orme et l'érable sont adaptés, tandis que les pins et autres résineux sont à éviter à cause de leurs branches cassantes. Une plateforme située à une hauteur de 3,50 m est un bon compromis et permet de s'élever suffisamment (a). L'élagage de l'arbre (b) permet de réduire la prise au vent et de dégager l'emplacement de la plateforme. Les branches sur lesquelles reposent les longerons porteurs sont coupées à 2 m du tronc pour faciliter la mise en place de la structure (c). Il est nécessaire de conserver les rameaux « remontants » qui, avec le temps, habilleront et camoufleront la plateforme. La mise en place et l'assemblage des éléments doit respecter un principe simple : ne jamais blesser l'arbre porteur. Cette opération peut se faire à l'échelle, en respectant les règles de sécurité. L'utilisation de deux sections de bois permet de simplifier la réalisation de la structure (d).



a Plateforme en place sur l'arbre



b Élagage sécurisé



c Dispositions constructives

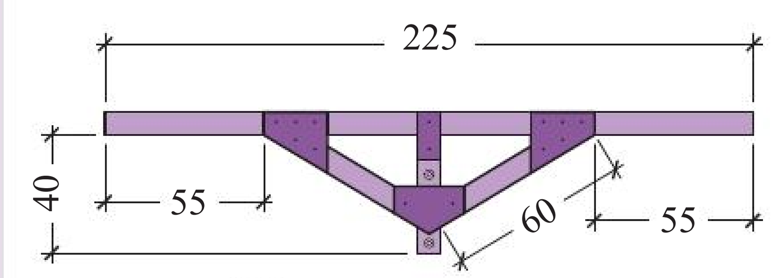
	Désignation	Nb.	L (cm)
Ossature	Longerons porteurs (6 × 8)	2	225
	Longerons de terminaison (6 × 8)	2	225
	Traverses intermédiaires (6 × 8)	6	198
	Raidisseurs (6 × 8)	4	60
	Raidisseurs (6 × 8)	2	40
	Raidisseurs (6 × 8)	4	66
Rambardes	Poteaux (6 × 8)	6	100
	Mains courantes et lisses basses (6 × 4)	4	209
	Mains courantes et lisses basses (6 × 4)	4	194
	Barreaux (6 × 4)	42	82
Échelle	Montants (6 × 8)	2	400
	Barreaux (6 × 4)	18	50

Fournitures : 2 panneaux contreplaqué marine (1 200 × 2 200 × 21 mm), colle à bois, produit insecticide et fongicide (5 l), lasure (5 l), vis cruciformes phosphatées de 150, 120 et 70 mm, 4 tire-fonds × 150 mm, 4 tiges filetées Ø 16 × 70 mm avec écrous et rondelles.

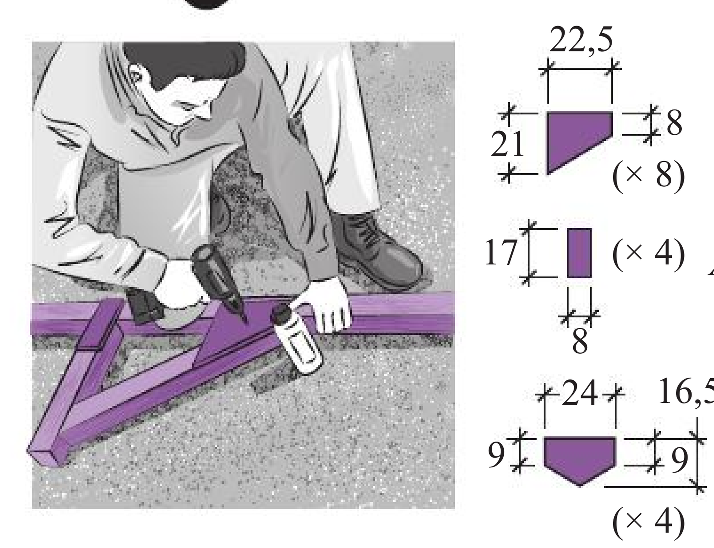
d **Fournitures** (plateforme de 5 m² située à une hauteur de 3,50 m)

Ossature porteuse

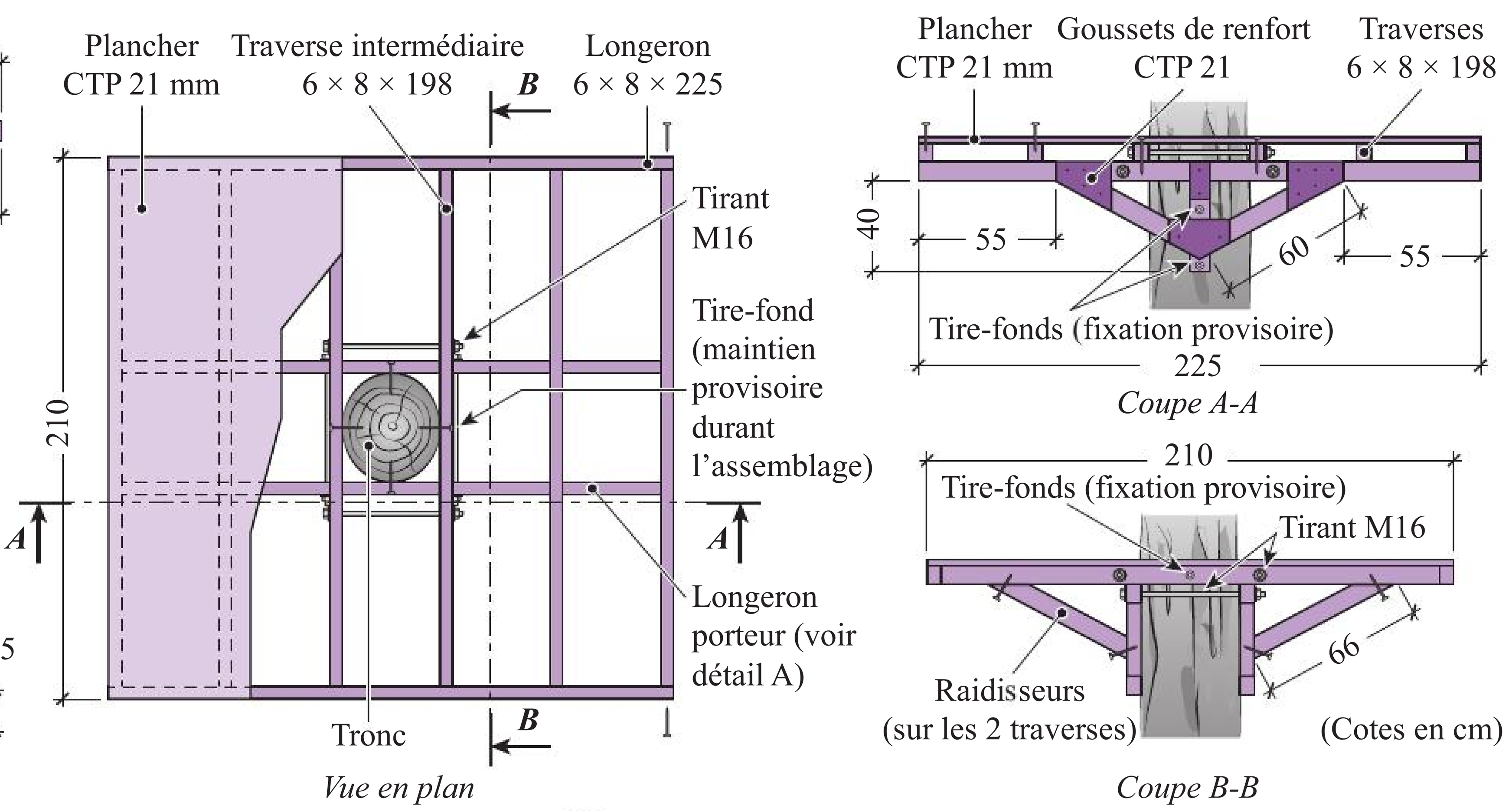
Une plateforme est constituée de deux longerons porteurs (a), d'abord assemblés au sol sur un gabarit tracé à la craie. Les assemblages sont renforcés par des goussets en contreplaqué collés et vissés (b). Les longerons sont ensuite posés sur les branches et reliés entre eux de part et d'autre du tronc au moyen de tiges filetées qui permettent de régler leur espacement au fur et à mesure de la croissance de l'arbre. Une série de traverses intermédiaires est ensuite mise en place, et, enfin, la pose du plancher confère sa rigidité à l'ensemble (c).



a Longerons porteurs



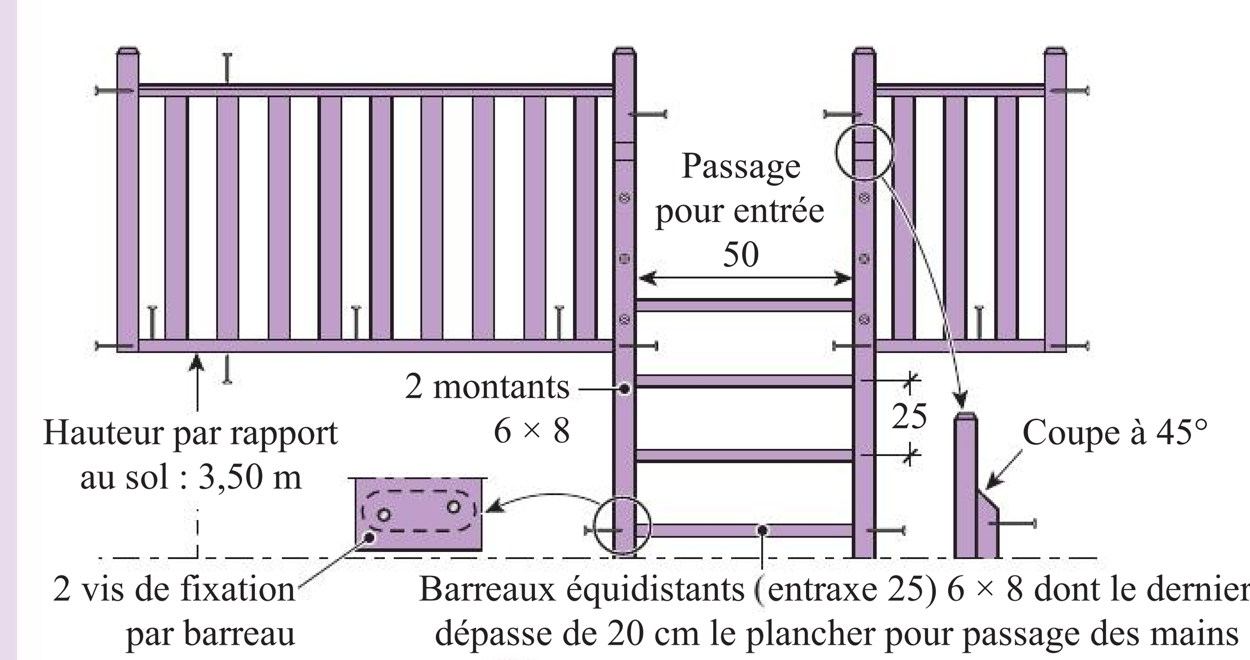
b Pose des goussets de renfort



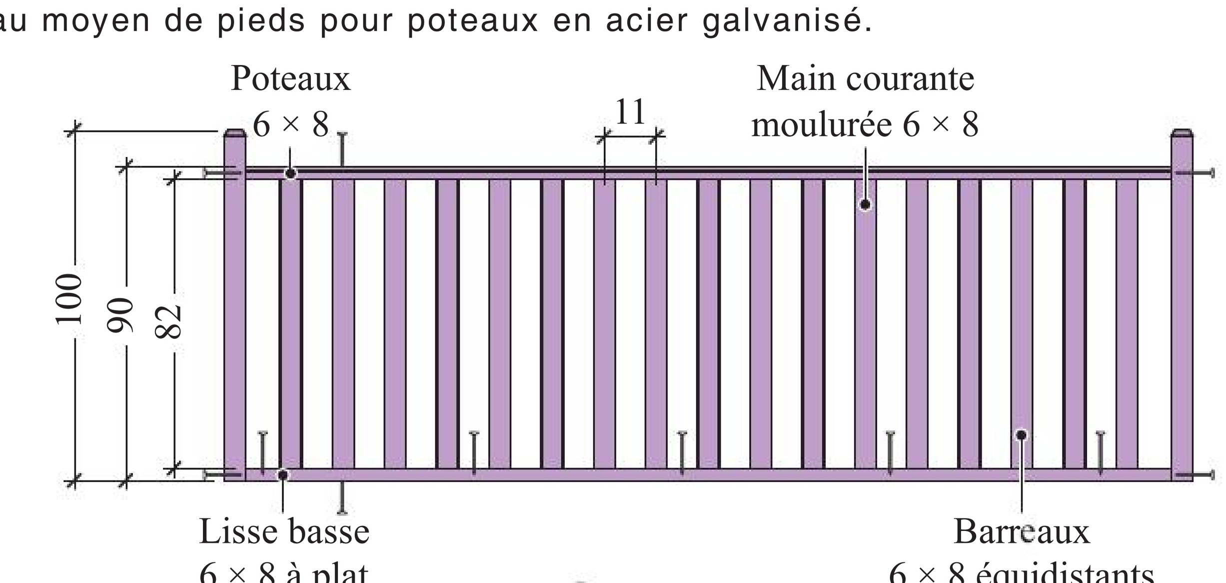
c Assemblage des éléments

Échelle d'accès et garde-corps

L'échelle d'accès (a) et les garde-corps (b) sont montés au sol pour essai et contrôle avant hissage sur la plateforme. Les angles et éléments saillants sont chanfreinés au rabot. Le dernier barreau de l'échelle dépasse de 20 cm le plancher pour faciliter la prise en main et l'accès à la plateforme (c). Les montants de l'échelle, plus longs que nécessaire, sont recoupés lors de la mise en place (d) et vissés dans leur partie haute sur les poteaux d'entrée de la plateforme. Ils sont fixés au sol au moyen de pieds pour poteaux en acier galvanisé.



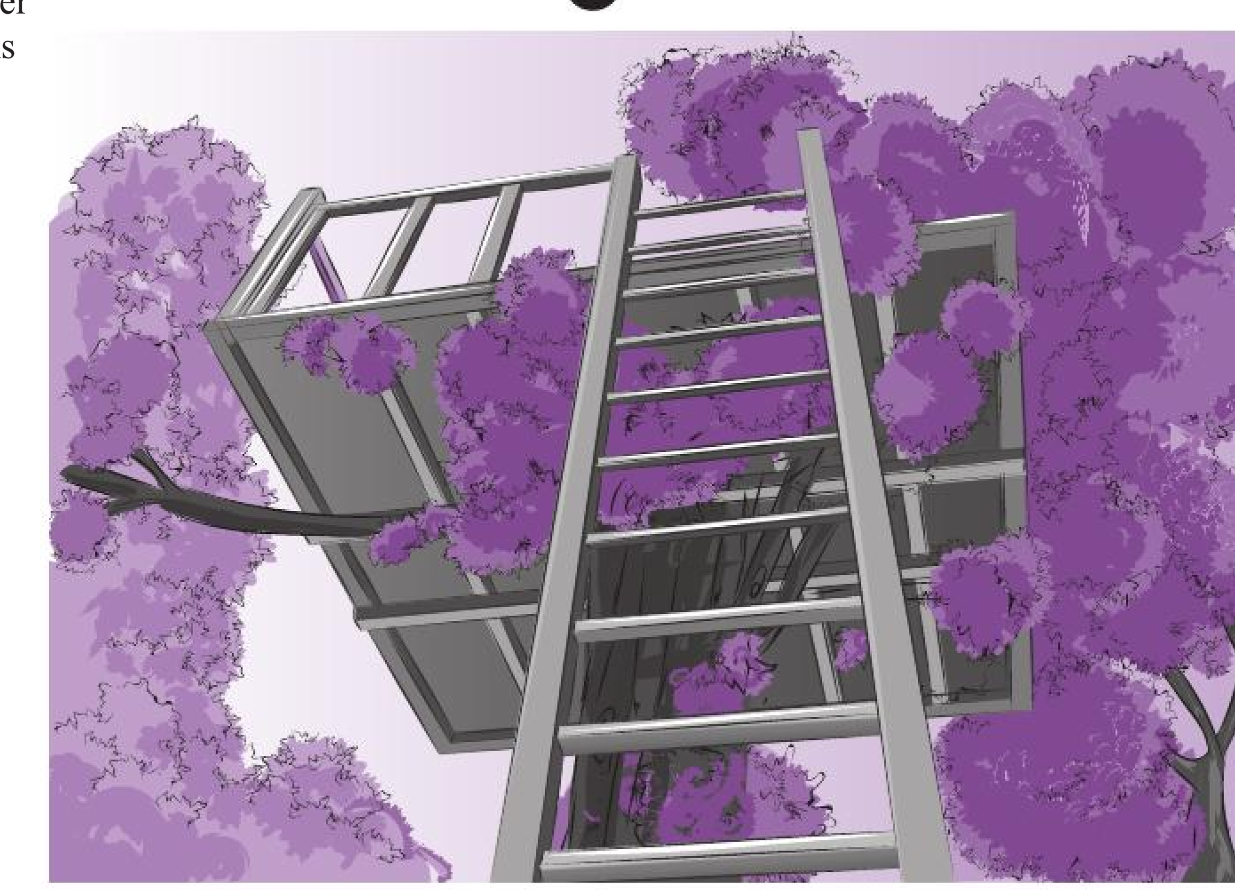
a Échelle d'accès



b Garde-corps



c Position du premier barreau de l'échelle



d Mise en place de l'échelle

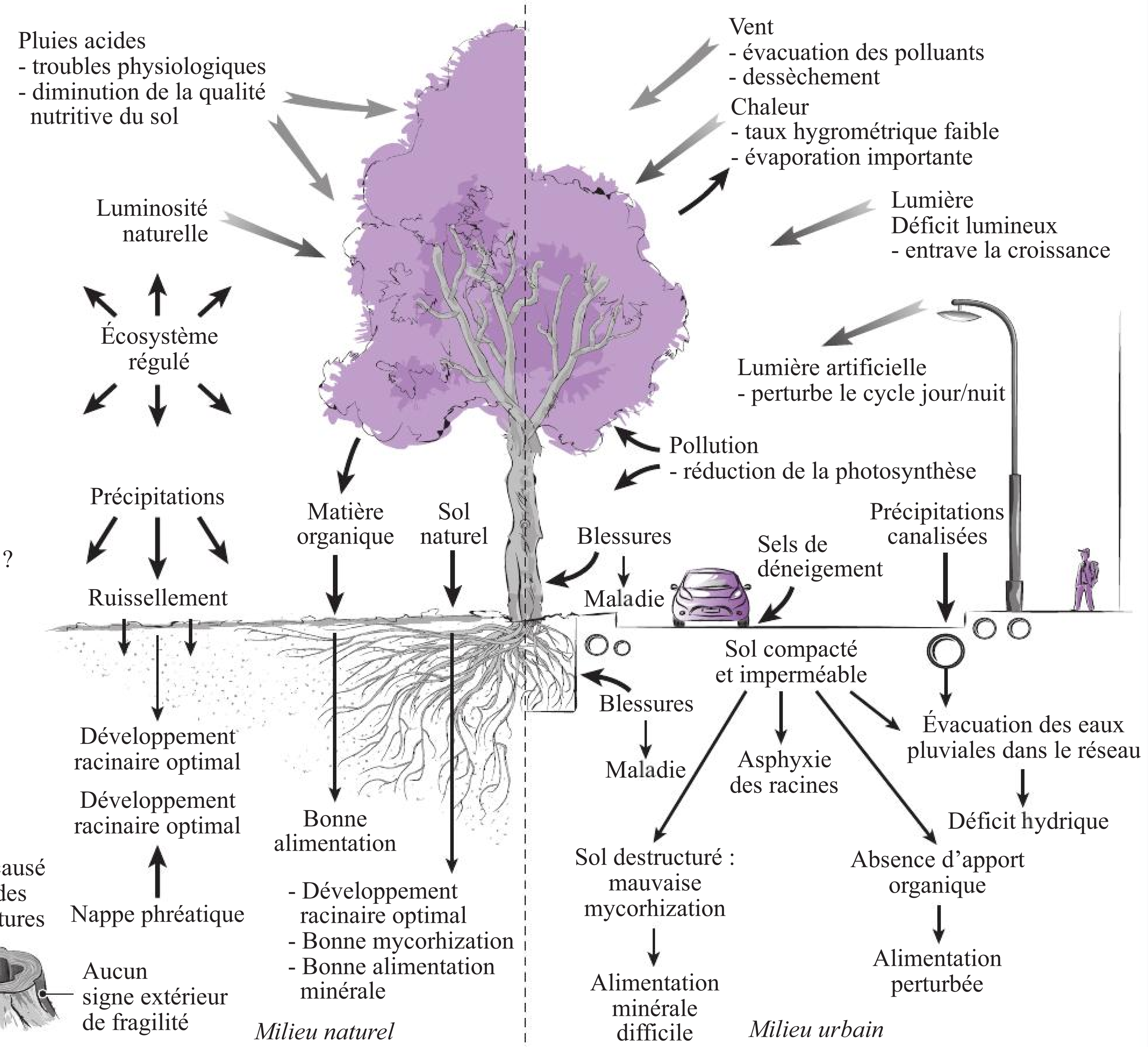
Arbres en milieu urbain

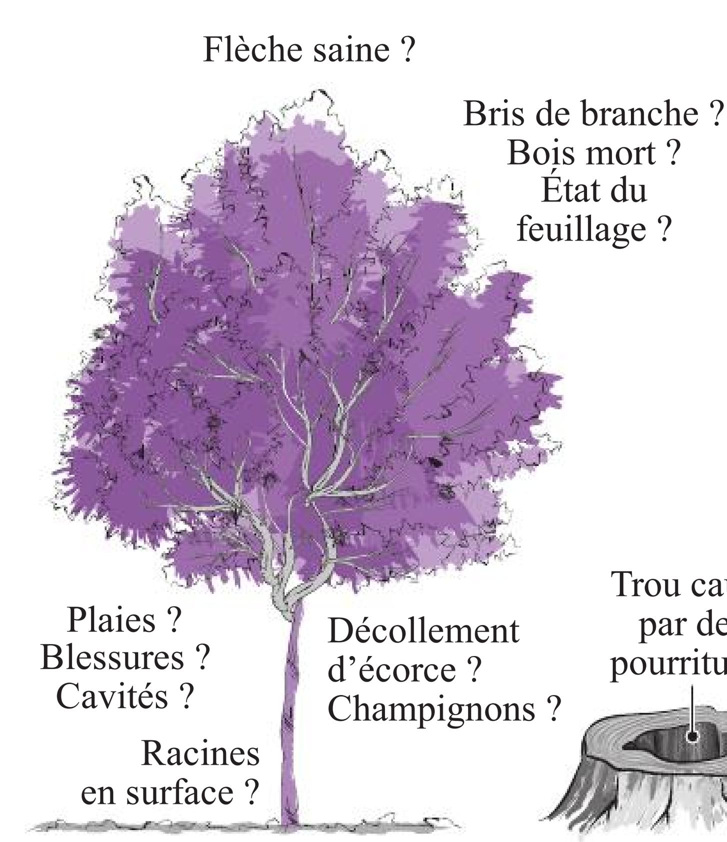
Comment ça marche

Les arbres en milieu urbain doivent être protégés des véhicules, de la circulation piétonnière et de tout acte de vandalisme. Les risques de compaction dus à la circulation et au stationnement des véhicules impliquent des modes de plantation spécifiques. Les distances de plantation, imposées par la loi, doivent être évaluées en fonction de l'étalement du houpier et du système racinaire à l'âge adulte de l'essence considérée.

Adaptation à l'environnement urbain

Les arbres en milieu urbain doivent s'adapter à un environnement différent de leur milieu naturel (a). En ville, le sol est plus aride et les éléments nutritifs sont peu nombreux. Les arbres d'alignement disposent d'une très petite surface de sol non revêtue. Le déficit lumineux et l'émission de lumière artificielle perturbent le cycle jour/nuit et entravent la croissance. Outre les conditions climatiques, les blessures dues aux travaux et les pollutions urbaines agissent à différents niveaux sur les arbres et entraînent leur dépérissement, ce qui demande un diagnostic régulier de leur état phytosanitaire (b).



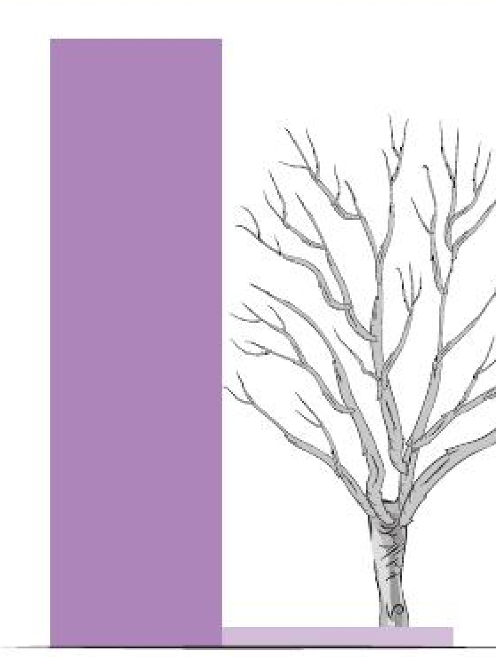


b État phytosanitaire des arbres

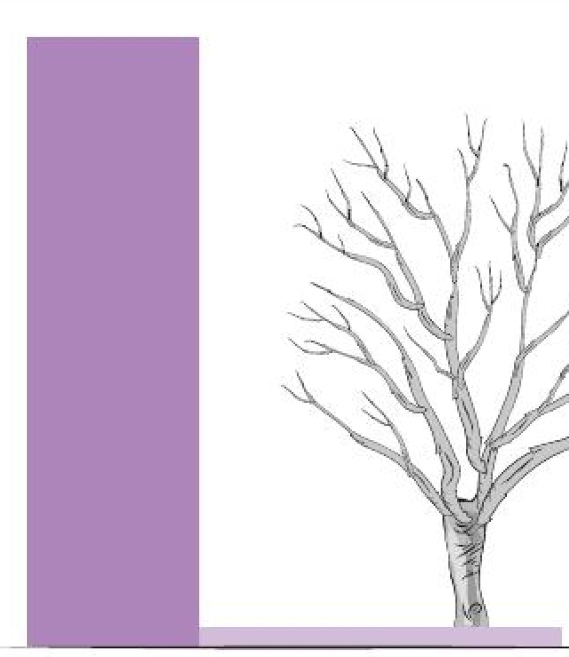
a Différences entre milieu naturel et milieu urbain

Implantation par rapport au bâti

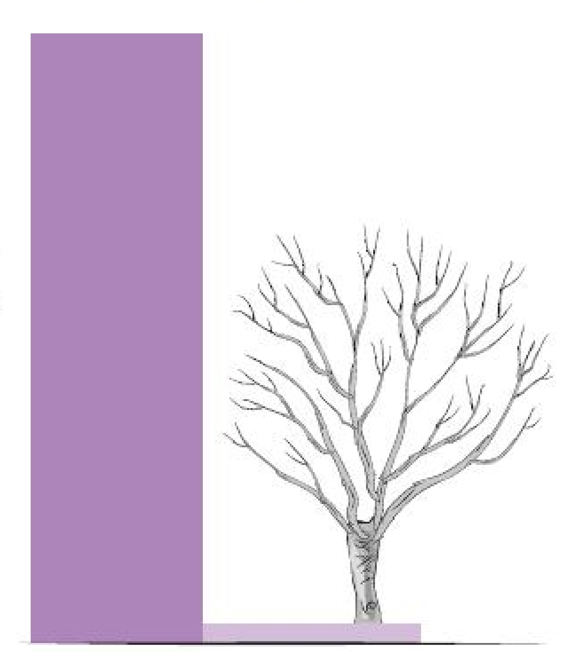
Un arbre implanté trop près d'un bâtiment sera gêné dans son développement, devra être fréquemment taillé et occultera la lumière naturelle (a). Une distance bâtiment-arbre permettant un développement confortable sans restreindre l'éclairement naturel est donnée par la formule suivante : distance tronc/façade = taille du houpier/2 + 1 m (b). Le choix de l'essence et du port doit être adapté à l'espace disponible (c).



a Arbre trop proche de la façade



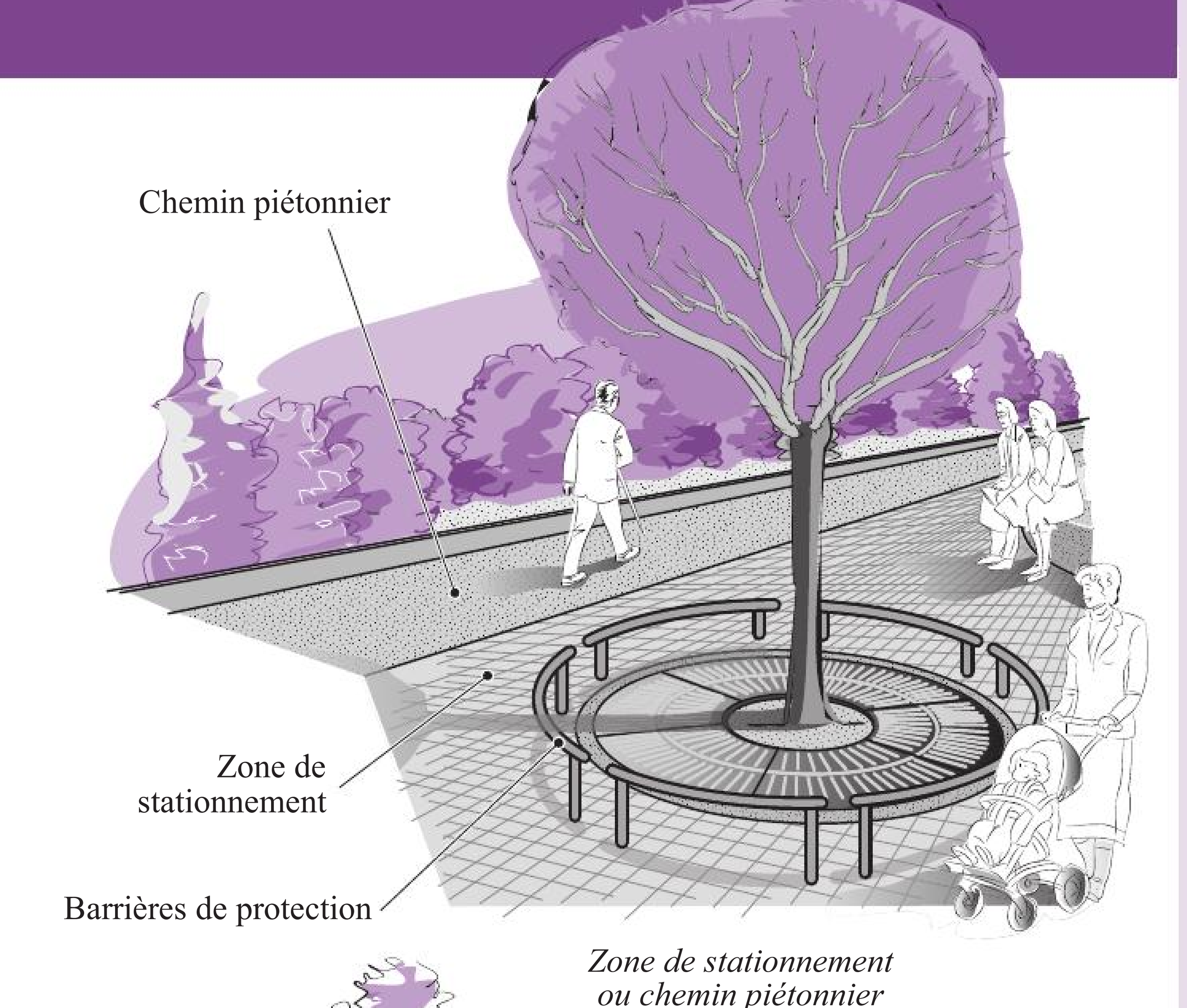
b Distance suffisante

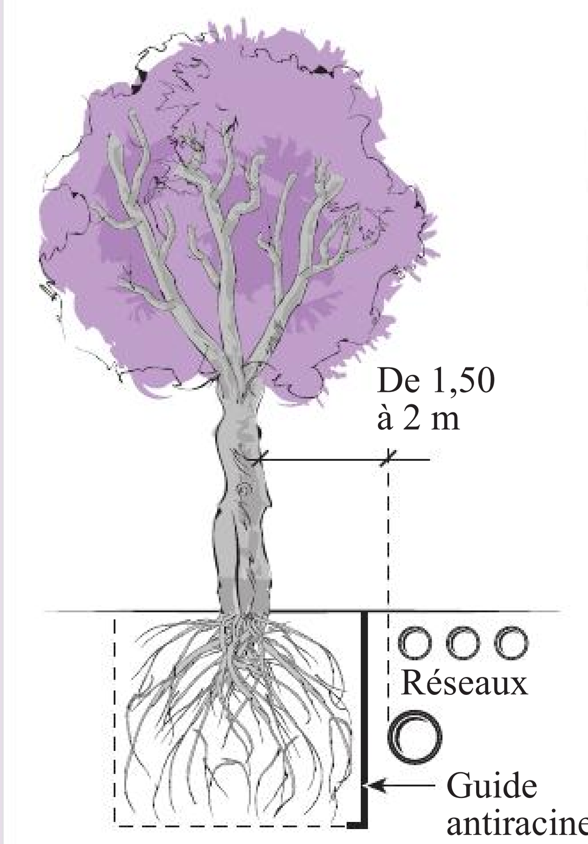


c Taille et ports adaptés

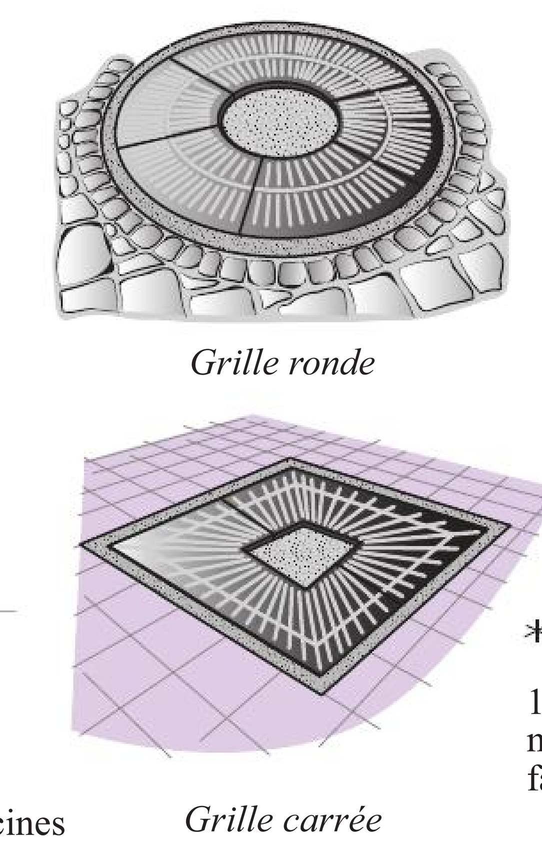
Protections et mobilier autour du végétal

Les arbres doivent être plantés à une distance minimale de 2 m des réseaux souterrains. Si cette distance est moindre, un guide anti-racines doit être mis en place en limite de fosse (a). Pour les prendre en compte lors de la réalisation des fosses de plantation, l'emplacement des réseaux existants doit être connu. Les grilles au sol (b) sont destinées à protéger les racines de l'arbre, à préserver la terre et à recueillir les eaux de pluie nécessaires à sa survie et à son développement. Elles sont en fonte ou en acier, de forme ronde ou carrée. Le réglage de l'espace central permet d'adapter la grille à la croissance du tronc. L'assise de la grille doit être assurée par un cadre en béton ou en acier permettant de répartir sa charge.
Les barrières (arceaux, lisses ou cadres) protègent les massifs de fleurs ou de végétaux de la traversée éventuelle des piétons. La protection d'une plantation dans une zone de stationnement est réalisée de préférence par des arceaux de protection (c) qui permettent d'éviter les chocs directs des véhicules contre les troncs. Des distances minimales sont à respecter entre la grille et le bâti pour le cheminement piétonnier, et entre le bord de la grille et le nez du trottoir.

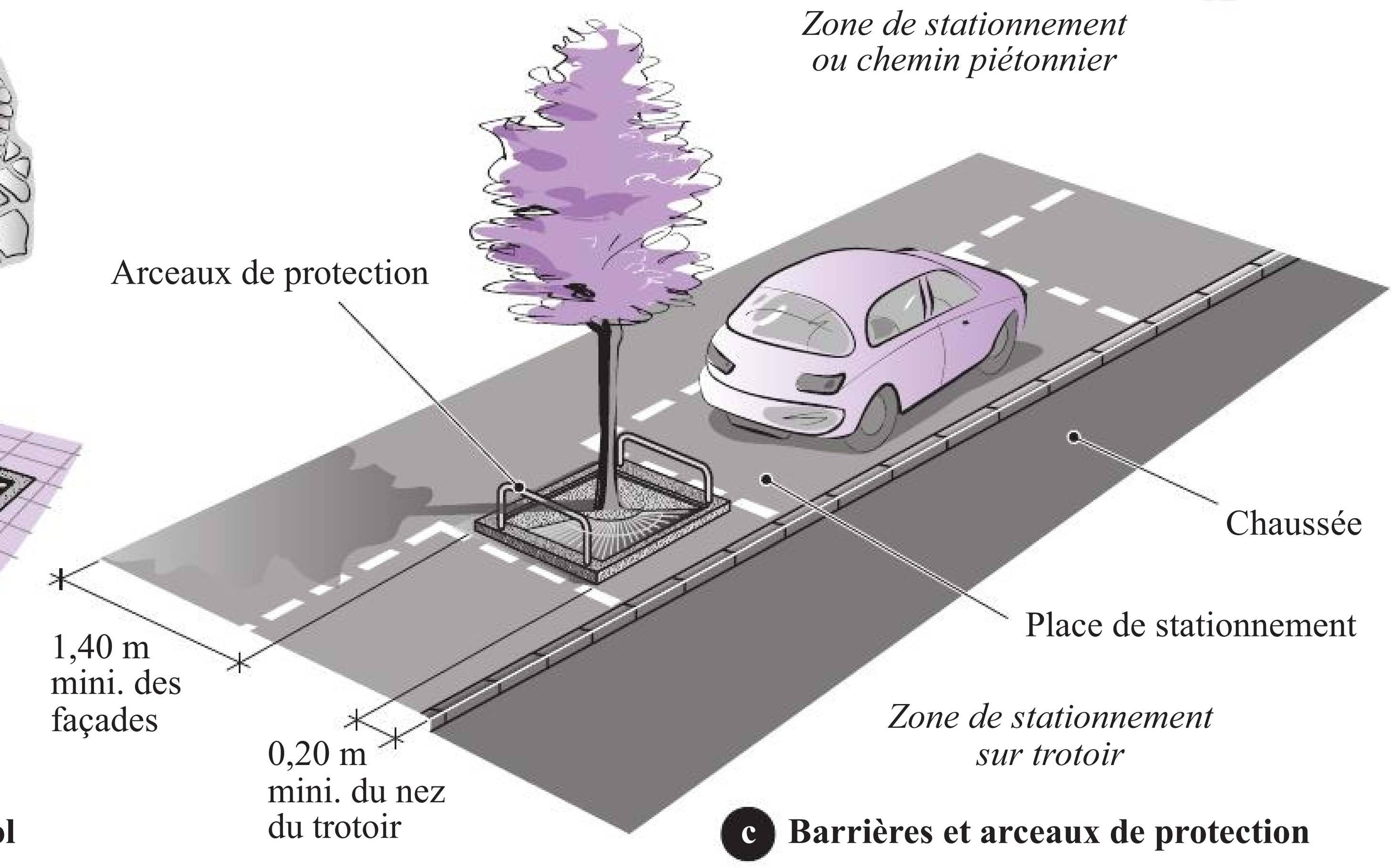




a Protection des réseaux



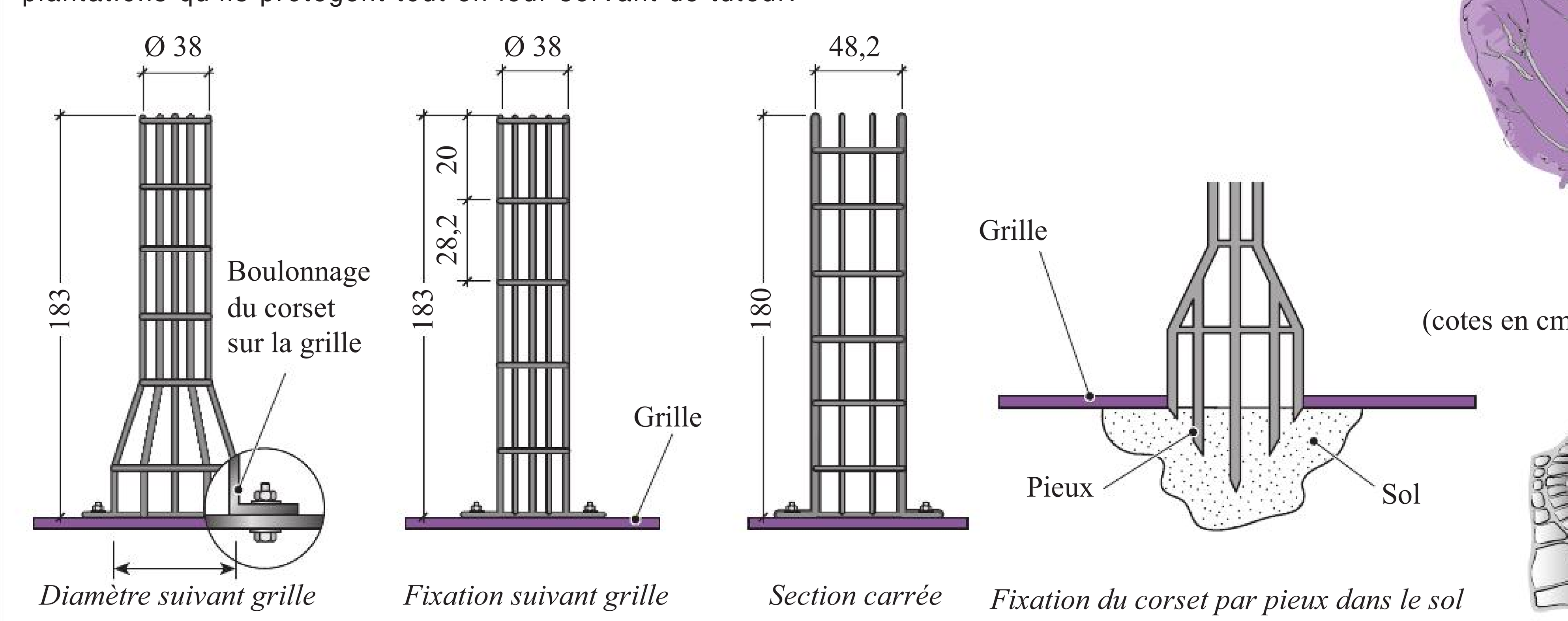
b Grilles d'arbres au sol

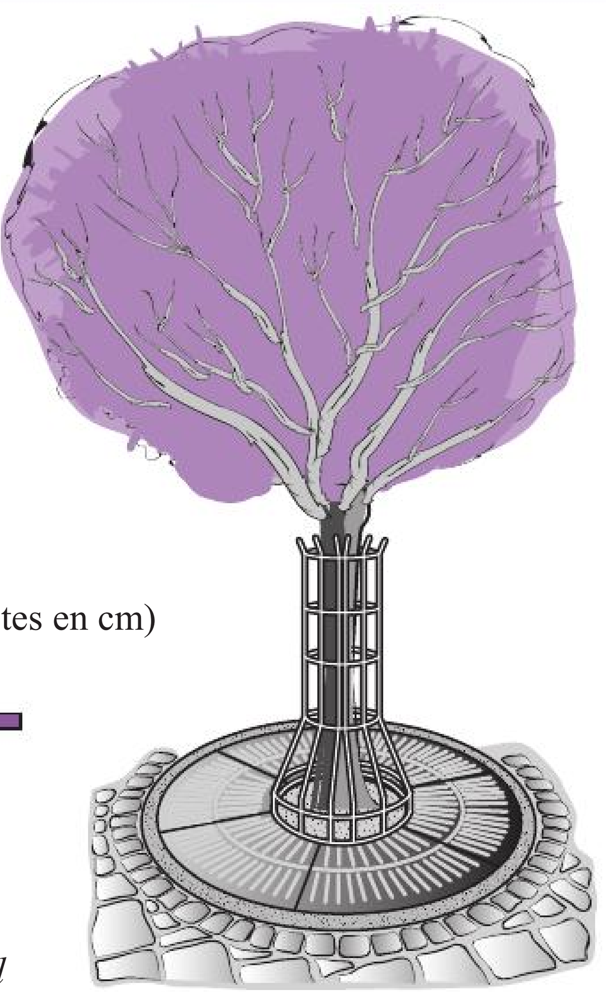


c Barrières et arceaux de protection

Corsets de protection du tronc

Les corsets sont des équipements complémentaires de protection ajoutés aux grilles d'arbres. Ils sont implantés sur les zones sensibles comme les trottoirs très fréquentés par les piétons, cyclistes et autres, ou sur les parkings. Ils sont constitués soit d'éléments métalliques boulonnés sur le cadre ou enfoncés au pied de l'arbre, soit par trois ou quatre pieux de bois plantés. Ils sont utiles aux jeunes plantations qu'ils protègent tout en leur servant de tuteur.





Corsets d'arbres circulaires et carrés

Comment ça marche

Arrosage des parcs et jardins

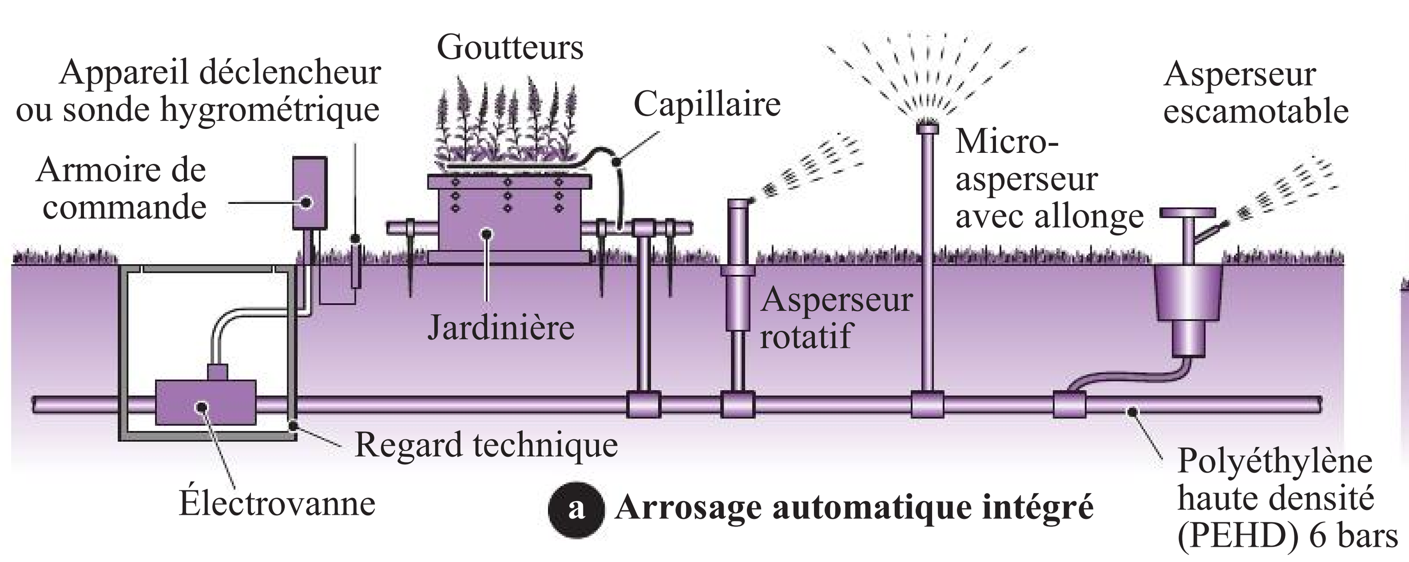
L'arrosage des espaces verts représente une consommation d'eau importante, en particulier pour le gazon en période estivale. Des systèmes intégrés ou mobiles, prenant en compte tous les paramètres (fréquence, durée d'arrosage, hygrométrie, tensiométrie, pluviométrie, etc.) permettent une gestion optimisée de l'arrosage tout en économisant l'eau potable dont l'usage peut être interdit pour l'arrosage en cas de baisse importante du niveau des nappes phréatiques.

Typologie des systèmes d'arrosage

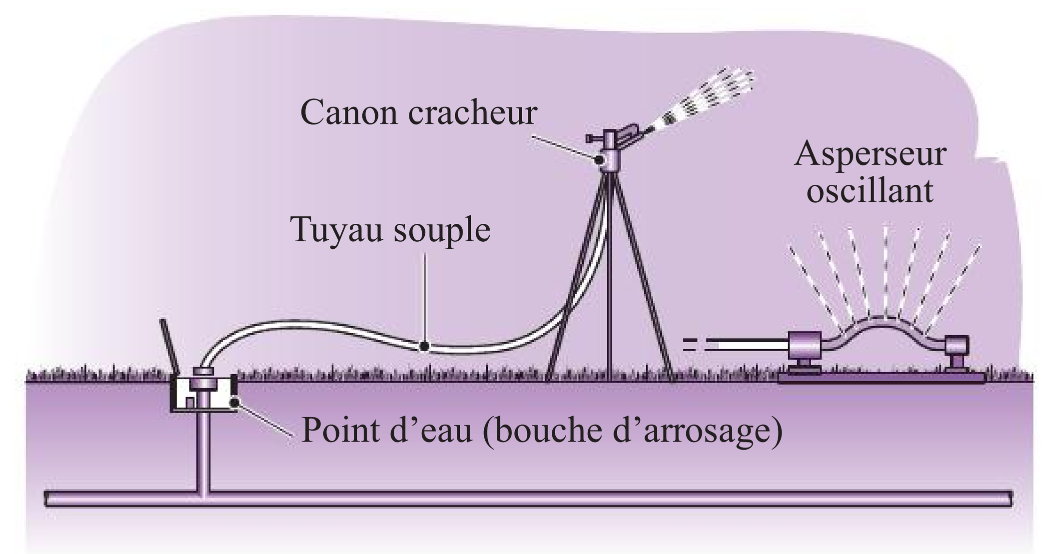
L'arrosage des parcs et jardins peut être intégré (a) ou mobile (b). L'eau est distribuée par aspersion en fines gouttelettes ou par goutte-à-goutte. Le débit, la pression et la portée sont variables. Chaque mode d'irrigation correspond à des matériels, des caractéristiques et des types d'utilisation spécifiques.

Mode d'irrigation	Matériels utilisés	Caractéristiques	Utilisation
Aspersion	- Asperseurs escamotables - Asperseurs non escamotables - Tuyères télescopiques - Tuyères non télescopiques	- Intégrés(1) - Aspersion selon un cercle, un quart de cercle, un demi-cercle, ou un angle adapté à la surface à arroser	- Gazon - Terrains de sport
Micro-aspersion	- Micro-asperseurs et ajutages - Goutteurs - Minidiffuseurs - Tuyaux poreux	- Intégrés(1) - Au pied des végétaux à irriguer	- Massifs
Aspersion mobile à partir d'une bouche d'arrosage	- Canons cracheurs - Enrouleurs munis d'asperseurs - Arroseurs automoteurs	- Non intégrés(2) - Aspersion selon un cercle, une portion de cercle ou une bande	- Gazon - Terrains de sport

(1) Les éléments qui composent le système d'arrosage intégré sont installés de manière définitive.
(2) À l'exception du point d'eau ou du réseau de bouches d'arrosage, qui sont intégrés.



a Arrosage automatique intégré



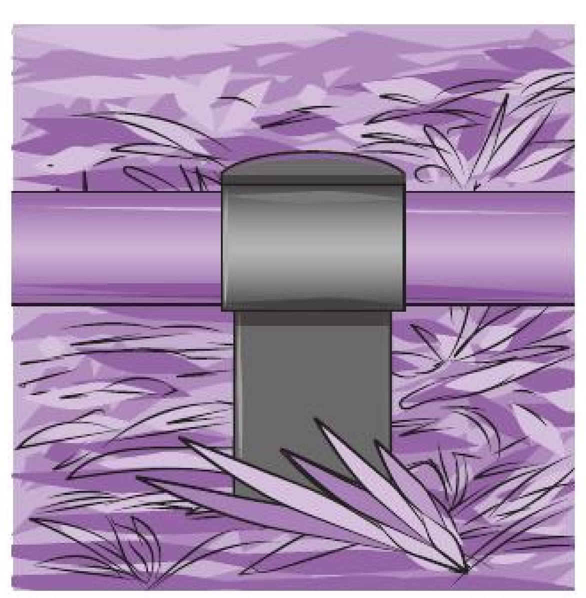
b Point d'eau avec son arroseur mobile

Composants d'alimentation et de distribution des systèmes d'arrosage intégrés

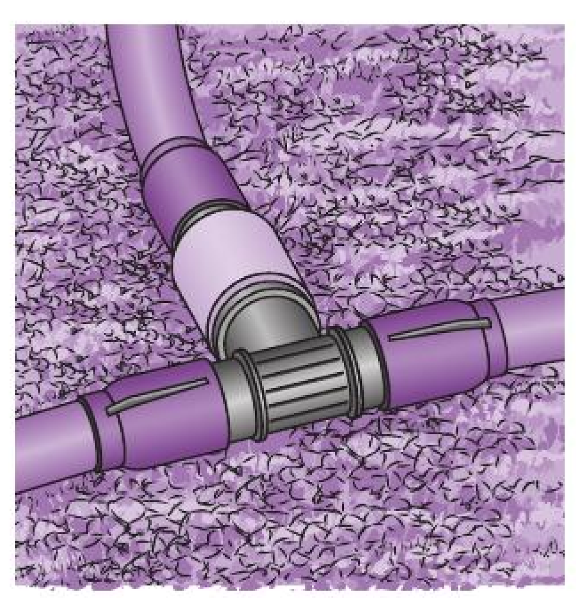
Les systèmes d'arrosage intégrés sont constitués de tuyaux, le plus souvent semi-rigides en polyéthylène (PE) à haute ou basse densité ou en PVC, d'un diamètre intérieur de 19 à 32 mm (a). Ils sont enterrés ou placés en surface et fixés sur le sol au moyen de supports (b). Des raccords en coude ou en T (c) ou un cintrage des tuyaux permettent d'effectuer des changements de direction. Des vannes manuelles (d) ou automatiques télécommandables assurent la mise en service ou l'arrêt de tout ou partie de l'installation.



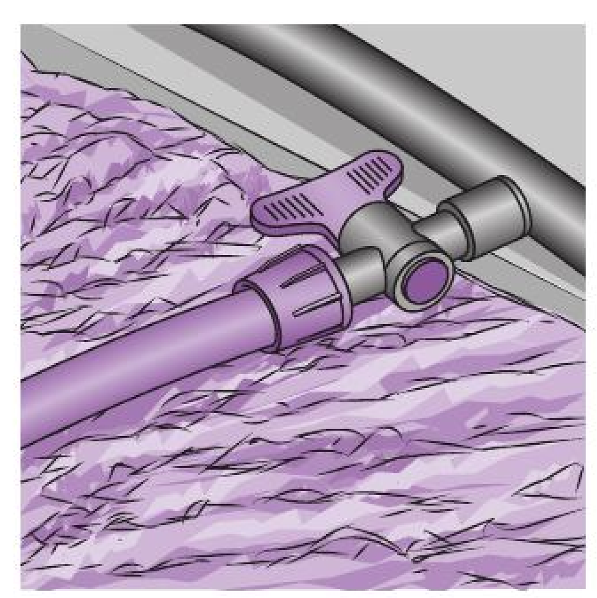
a Tuyaux en PE ou en PVC



b Support hors-sol



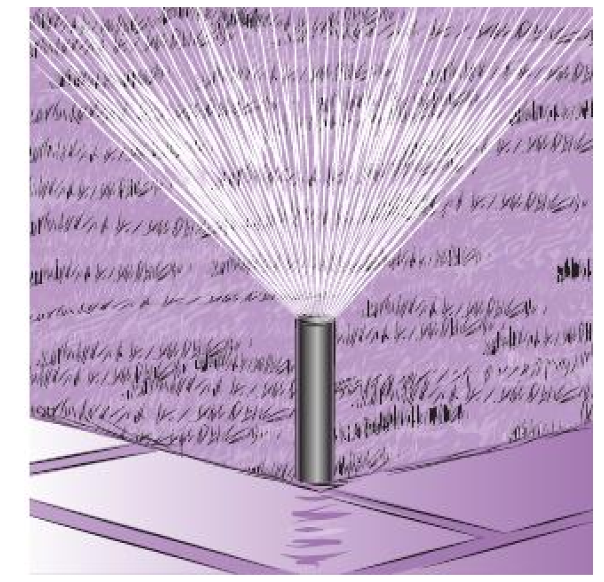
c Raccord en T



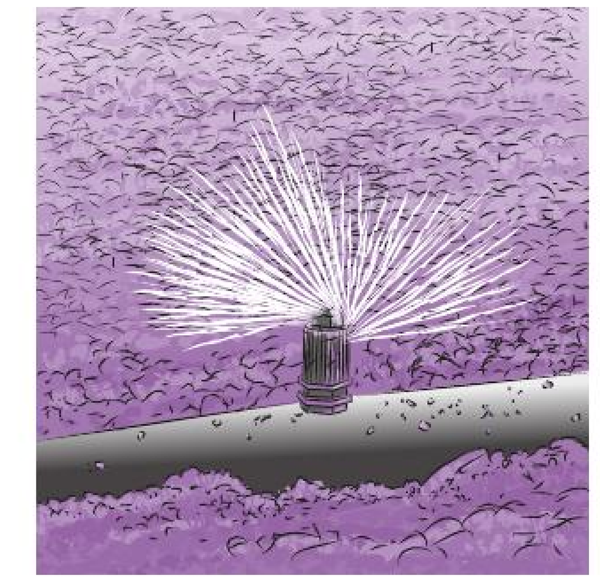
d Vanne manuelle

Exemples de matériels d'aspersion et de micro-aspersion

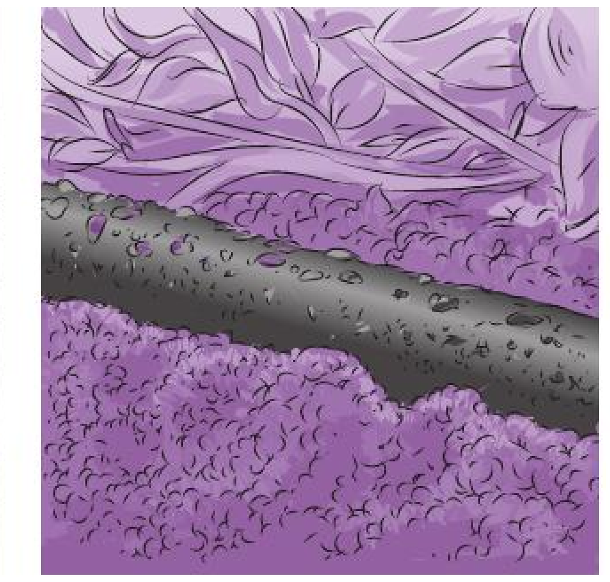
Les matériels d'aspersion et de micro-aspersion sont choisis et implantés en fonction des végétaux à arroser :
- les asperseurs (a) de débit et pression variables, distribuent l'eau en fines gouttelettes au-dessus des végétaux et sous les arbres ;
- les minidiffuseurs (b) distribuent l'eau en fines gouttelettes, au pied des végétaux ;
- les tuyaux poreux (c) et les goutteurs (d) distribuent l'eau en goutte-à-goutte au pied des végétaux et au niveau des racines.



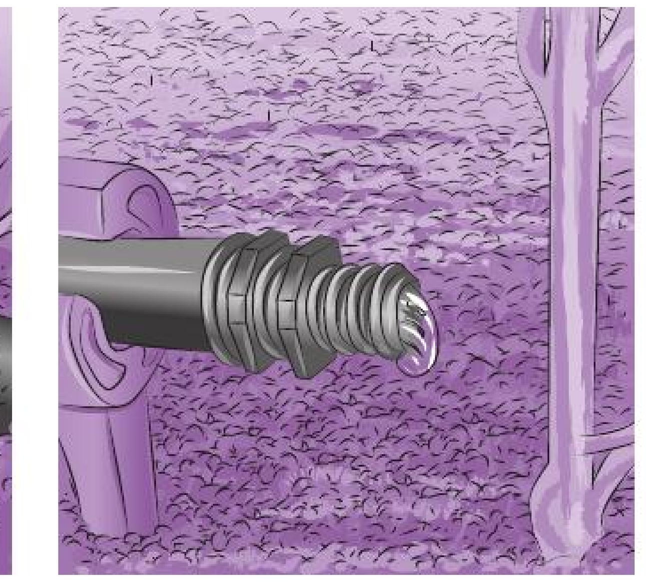
a Asperseur



b Minidiffuseur



c Tuyau poreux



d Goutteur

D'après Gardena

Programmation automatique

L'arrosage programmé permet de maîtriser la consommation d'eau en privilégiant l'arrosage en début et fin de journée, ou de nuit, lorsque l'évaporation est moins importante. Des programmateurs (a) ou des applications permettent de contrôler et commander l'arrosage en temps réel (b).



a Programmateur

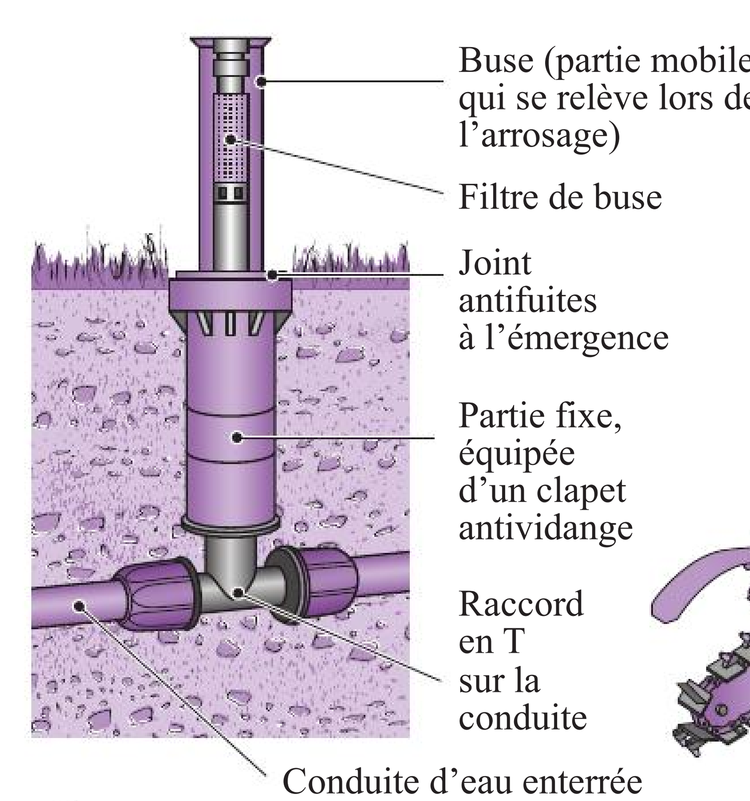


b Équipement connecté

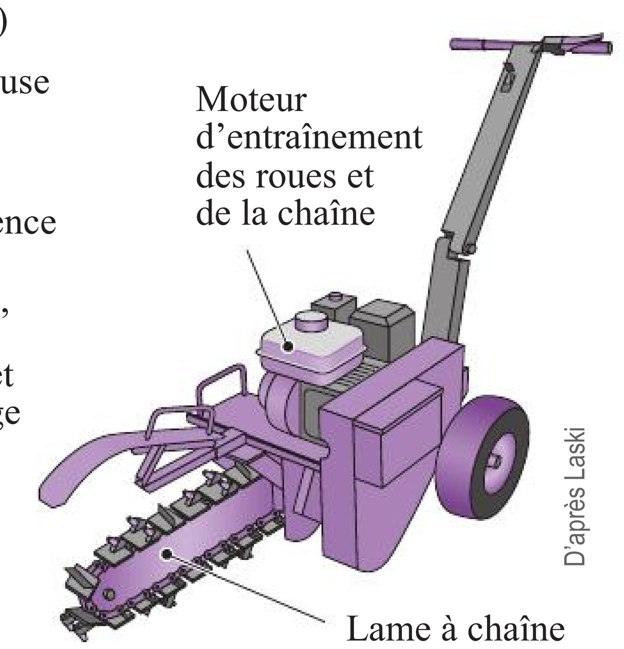
D'après Gardena

Enfouissement des conduites

L'enfouissement à une profondeur de 20 à 30 cm des conduites d'eau des installations enterrées (a) s'effectue par décaissement manuel ou au moyen d'une trancheuse de sol (b) pour les réseaux importants.



a Asperseur enterré sur conduite



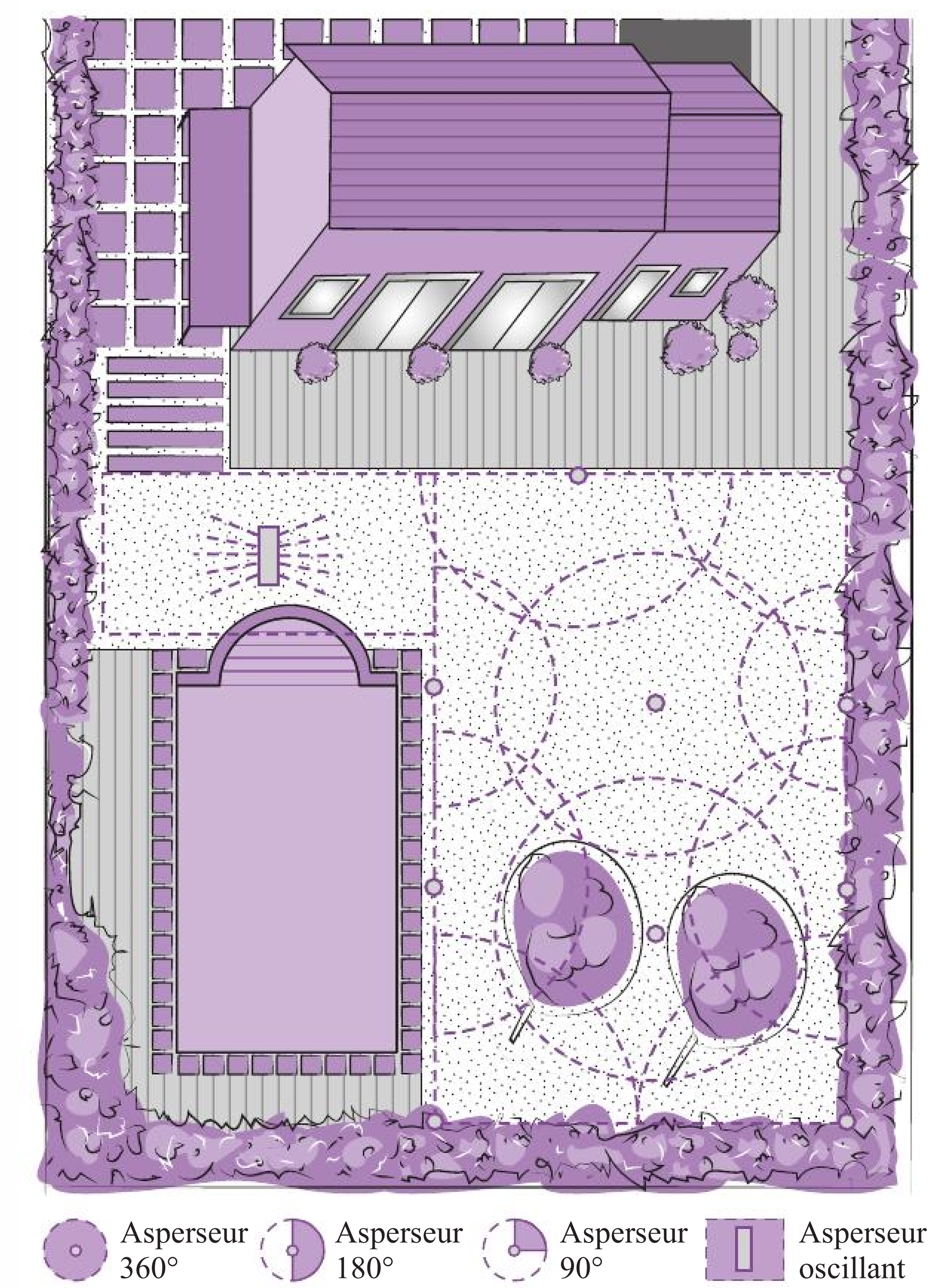
b Trancheuse de sol

D'après Laski

Implantation des asperseurs

Les asperseurs doivent être positionnés de sorte qu'aucune zone ne soit en déficit hydrique et qu'aucune zone non plantée ne soit arrosée. Des économies d'eau sont réalisées en adaptant :
- l'écartement entre les asperseurs, de manière à éviter l'arrosage excessif de certaines zones ;
- l'angle d'arrosage de chaque asperseur, en particulier en bordure des plantations où les zones minérales ne doivent pas être arrosées.

Les déperditions en eau sont évitées en équipant d'un dispositif antividange les arroseurs situés aux points bas.



Plan d'implantation

Biodiversité des parcs et jardins

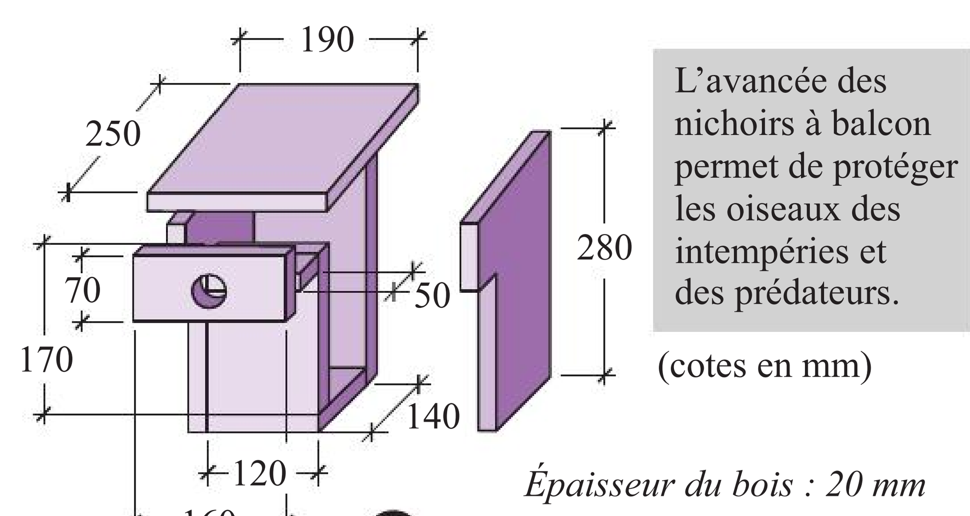
Comment ça marche

Les animaux et les plantes sont la richesse des parcs et jardins ; ils participent à leur équilibre. La diversité biologique favorise la pollinisation, la fécondation des espèces végétales et la vie de nombreuses espèces animales qui sont souvent les alliées utiles du jardinier. La non-segmentation des lieux de passage ou de vie animale et la lutte contre les espèces invasives permet de conserver l'équilibre et la biodiversité des parcs et jardins.

Gîtes et nichoirs

Les nichoirs favorisent la reproduction et le développement des espèces. Pour les oiseaux, il existe :
- des nichoirs fermés (a) et (b) dont le diamètre du trou d'envol dépend de l'espèce hébergée : 27/28 mm pour les mésanges ;
- des nichoirs semi-ouverts (c) : ouverture d'envol de 70 × 150 mm pour les rouges-gorges et les rouges-queues noirs.

Ils sont posés à une hauteur de 2,5 à 3 m, orientés sud-est, et doivent être inaccessible aux chats et aux petits carnivores.
Les gîtes à hérissons (d) sont tapissés de paille ou de feuilles mortes. Les nichoirs à pipistrelles sont orientés au sud et placés sur les murs ou les vieux arbres, le plus haut possible.



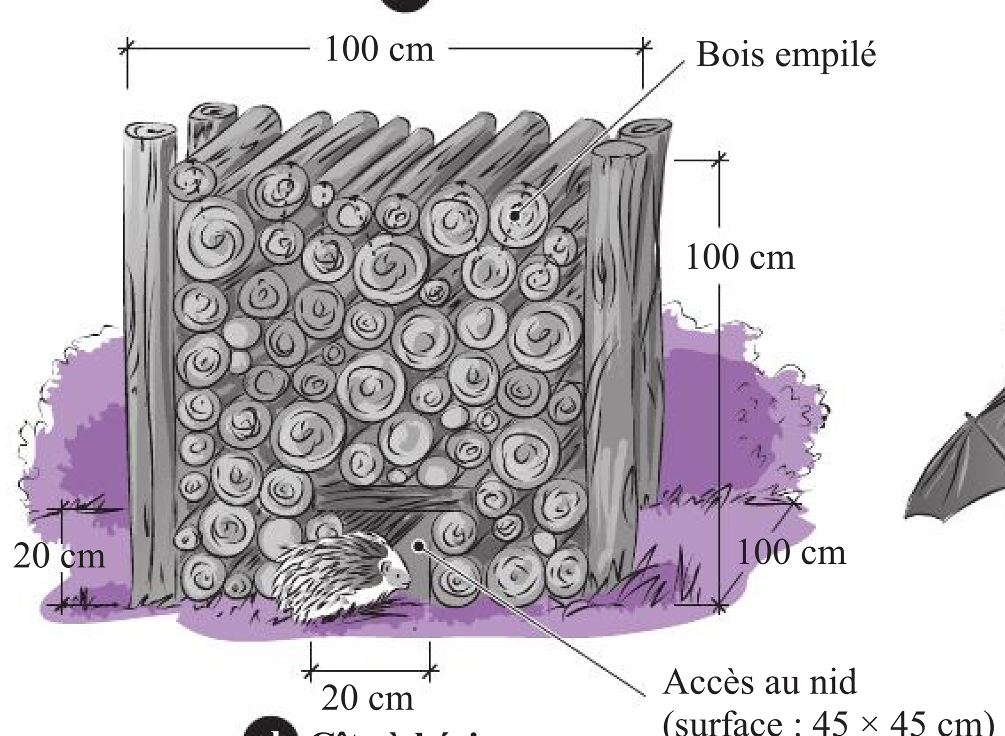
a Nichoir fermé à balcon



b Nichoir fermé



c Nichoir semi-ouvert



d Gîte à hérissons



e Nichoir à pipistrelles

Refuges pour reptiles et batraciens

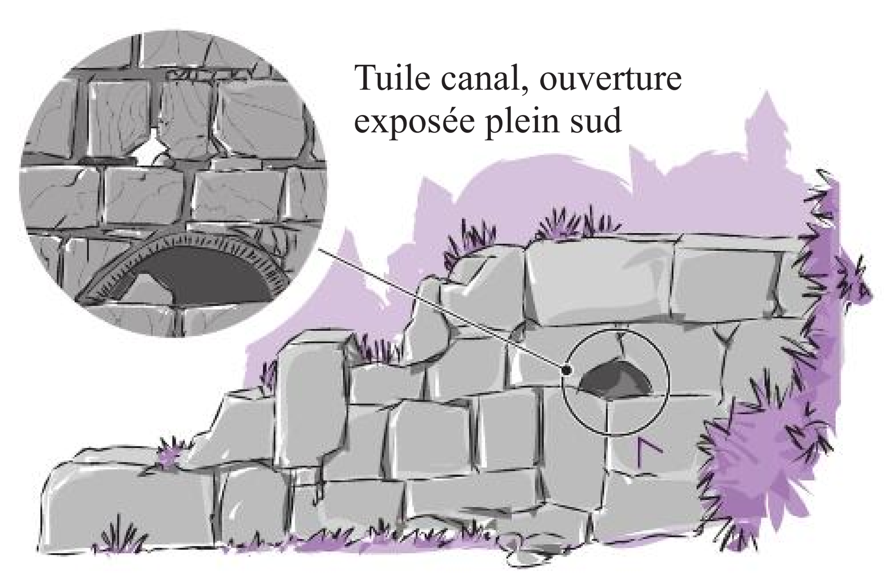
Les reptiles (lézards des murailles (a), couleuvres (b)) et batraciens (grenouilles, crapauds, salamandres) présents dans les parcs et jardins ne sont pas venimeux. Menacés dans les environnements urbains peu propices à leur reproduction, ils se nourrissent d'insectes et de petits invertébrés ; ils sont par ailleurs protégés par la loi. Des tas de pierre, de tuiles ou de briques et des sites muricoles (c), qui consistent en de petits espaces situés dans les murs en pierres sèches orientés au sud, servent de refuge aux reptiles. Une mare écologique, idéale pour les batraciens, sert également d'abreuvoir à l'entomofaune et à l'avifaune.



a Lézard des murailles



b Couleuvre à collier



c Site muricole

Pollinisation

La pollinisation, qui se fait par le vent, l'eau, les insectes et en particulier les abeilles, est l'élément clé de la reproduction des plantes à fleurs produisant des fruits et des plantes à graines. Ce processus, qui permet le transport d'un grain de pollen depuis l'organe mâle d'une fleur (l'étamine), jusqu'à son organe femelle (le pistil) permet de maintenir la biodiversité et l'équilibre des écosystèmes. La plantation de végétaux pollenifères et nectarifères (a) ainsi que la mise en place de ruches, à raison de 2 par hectare de massifs fleuris (b), favorise ce processus.



Pissenlit



Lierre

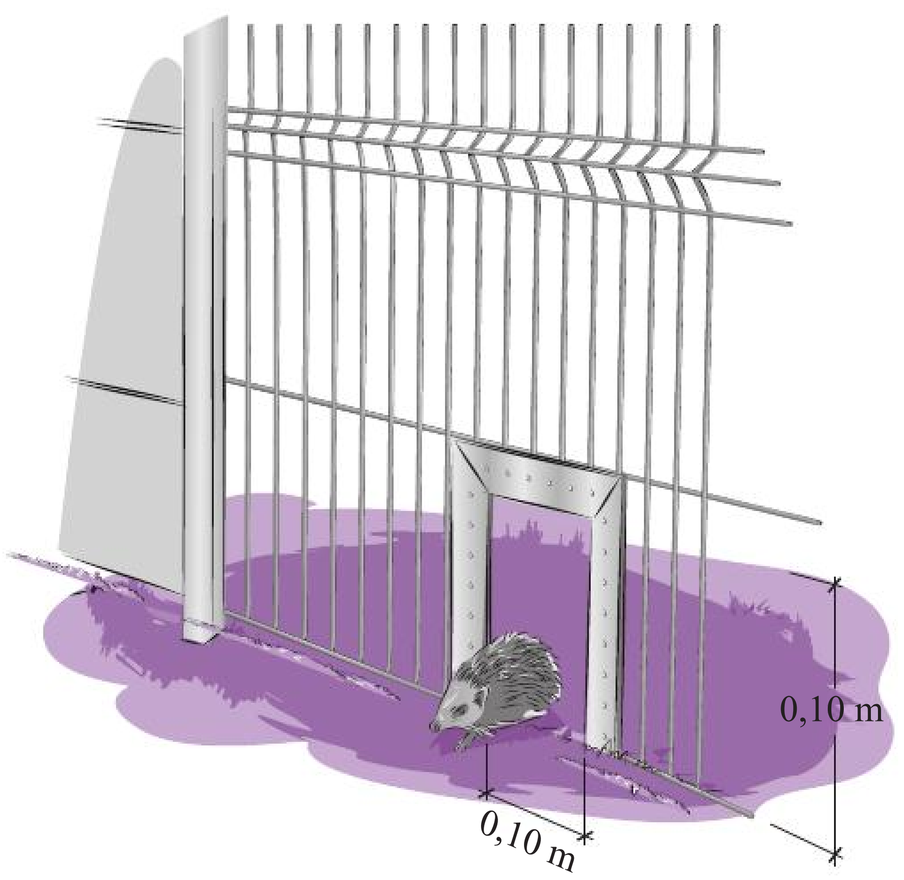
a Plantes pollenifères et nectarifères



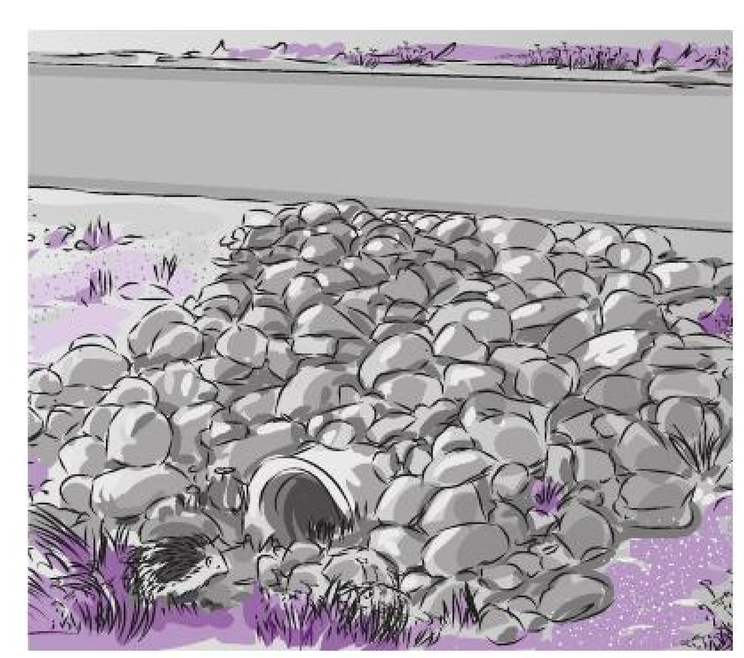
b Mise en place de ruches

Continuité écologique

Les murs, les allées bétonnées, les clôtures, etc. participent à la fragmentation et au cloisonnement écologique des parcelles, ce qui induit de nombreux désordres dont l'endogamie dans la faune, la microfaune et la macrofaune du sol. Pour pallier ce déséquilibre en restaurant la continuité écologique, il est nécessaire de prévoir des ouvertures et des passages dans les murs et clôtures (a) et sous les chaussées (b). Les écoducs (c) sont des couloirs biologiques en terre, protégés par une couverture perméable. Ils permettent un passage sous les obstacles de façon continue. Dans les villes, les corridors biologiques permettent la non-segmentation des lieux de vie des espèces animales et végétales.



a Passage pour hérisson dans une clôture



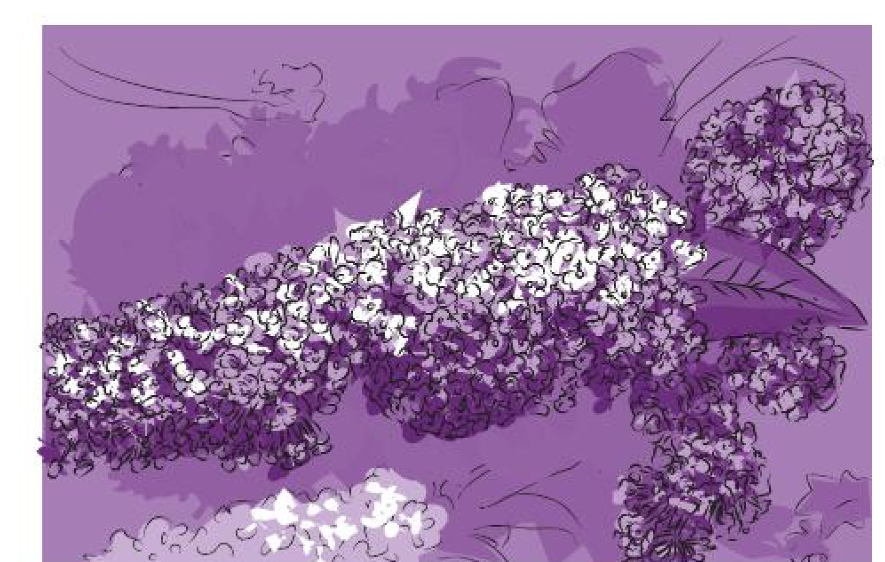
b Traversée tubée sous chaussée



c Écoduc sur sol naturel

Espèces invasives

La colonisation par les espèces invasives végétales (jussie, ambroisie, arbre aux papillons (a), etc.) et animales (frelon asiatique, coccinelle asiatique, bernache, plathelminthe (b), etc.) menace l'équilibre des biotopes. Ces espèces, introduites volontairement ou accidentellement par l'homme, perturbent la biodiversité biologique en proliférant sans contrainte. L'arrachage des plantes invasives avant la floraison permet de stopper la production de graines. Couper régulièrement les nouvelles pousses à la base épuise la souche.



a Arbre aux papillons *(Buddleia davidii)*



b Plathelminthe

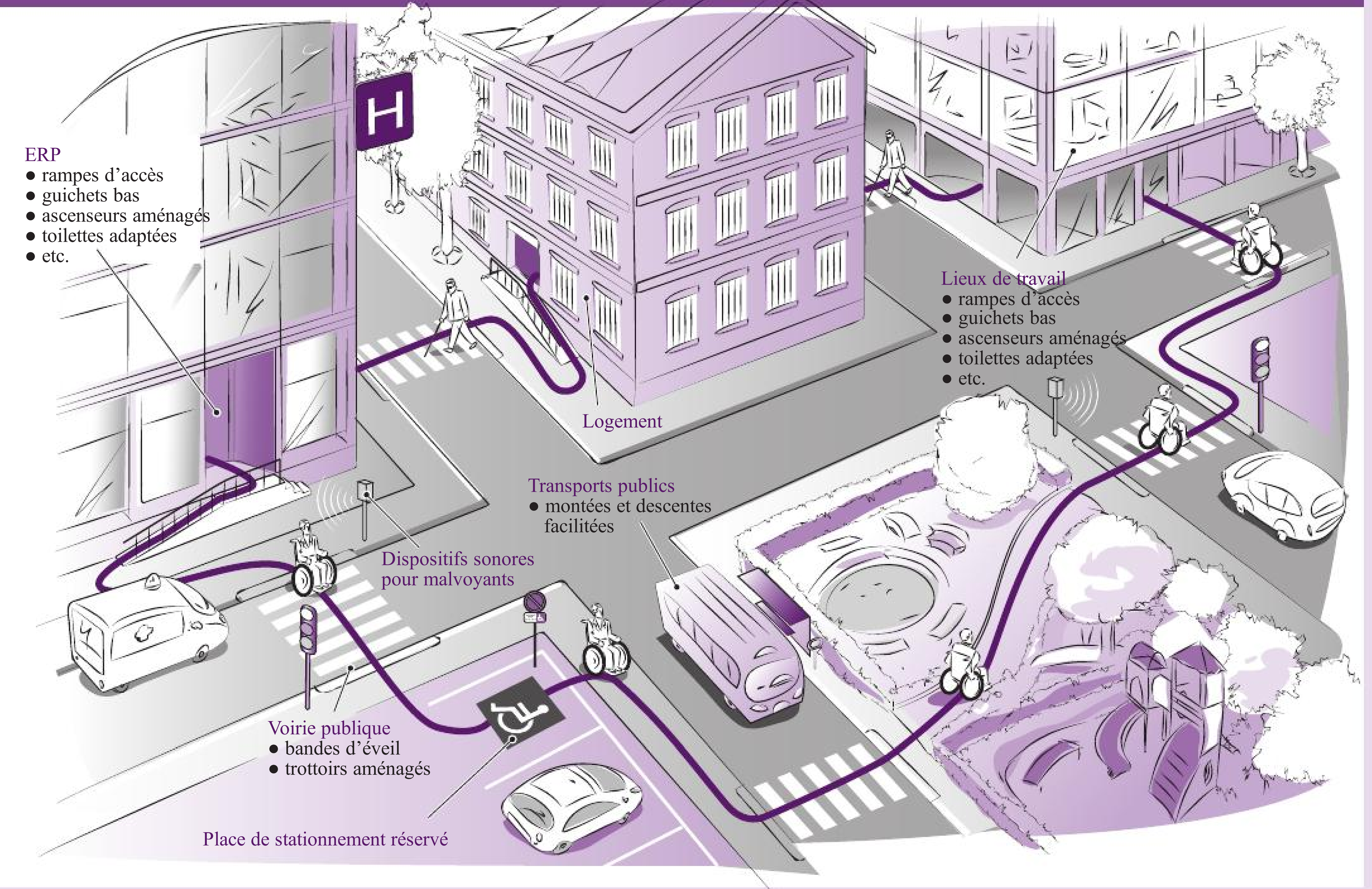
Comment ça marche

Accessibilité des espaces extérieurs

La réglementation applicable aux espaces verts et aux aménagements extérieurs dépend de leur situation. Ils peuvent être intégrés à la voirie et aux espaces publics, être implantés aux abords d'un établissement recevant du public (ERP) ou d'un lieu de travail. Les parcs et jardins clos ou non clos, dont les parcs de stationnement inclus dans un itinéraire de déplacement, sont soumis à la réglementation instaurée par le Code du travail.

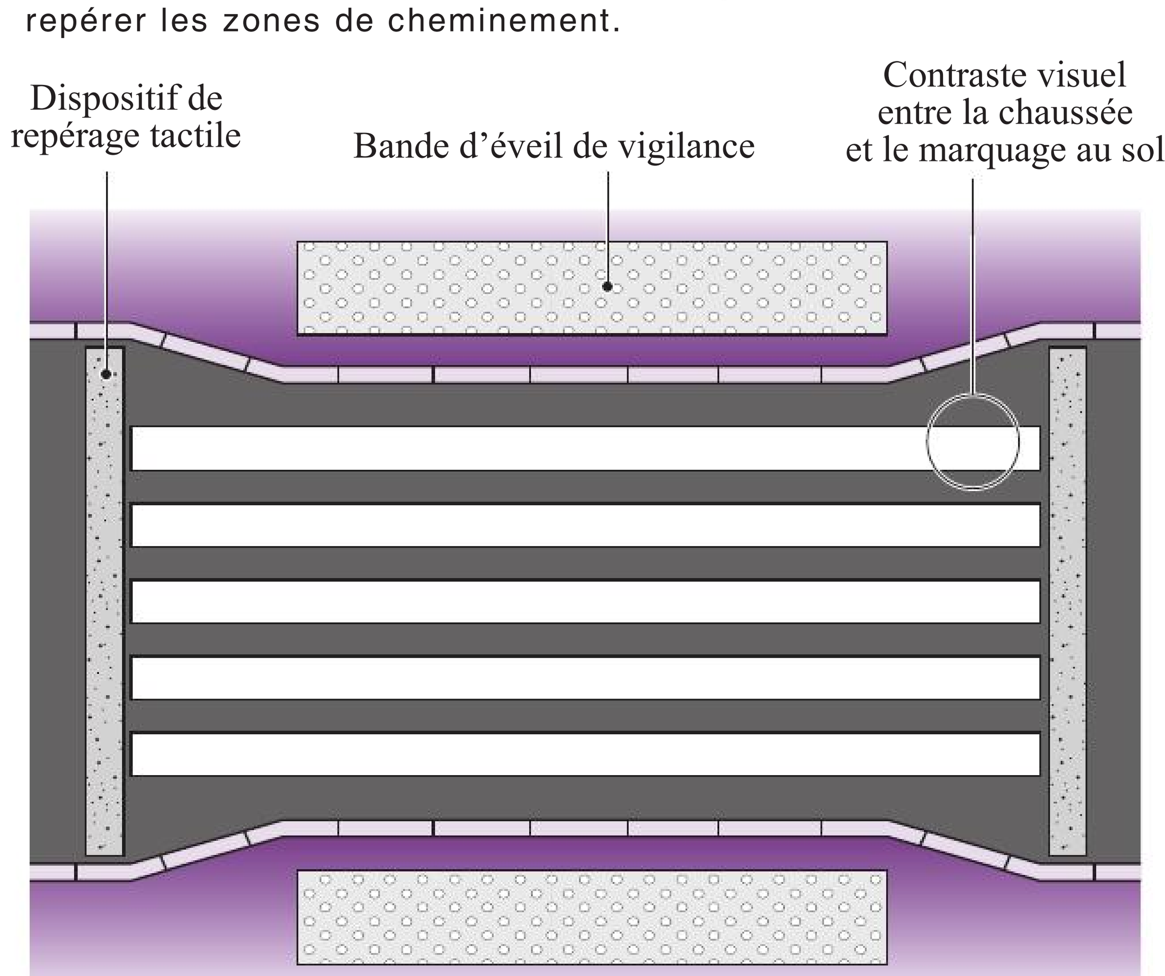
Continuité de la chaîne de déplacement

La loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées pose le principe de la continuité de l'accessibilité de la chaîne du déplacement.
Cette dernière, qui comprend le cadre bâti, la voirie, les aménagements des espaces publics, les systèmes de transport et leur intermodalité, est organisée de façon à permettre son accessibilité dans sa totalité aux personnes handicapées ou à mobilité réduite.
Un plan de mise en accessibilité fixe les dispositions susceptibles de rendre accessibles l'ensemble des circulations piétonnes et des aires de stationnement automobile situées sur une même commune.



Traversée de chaussée

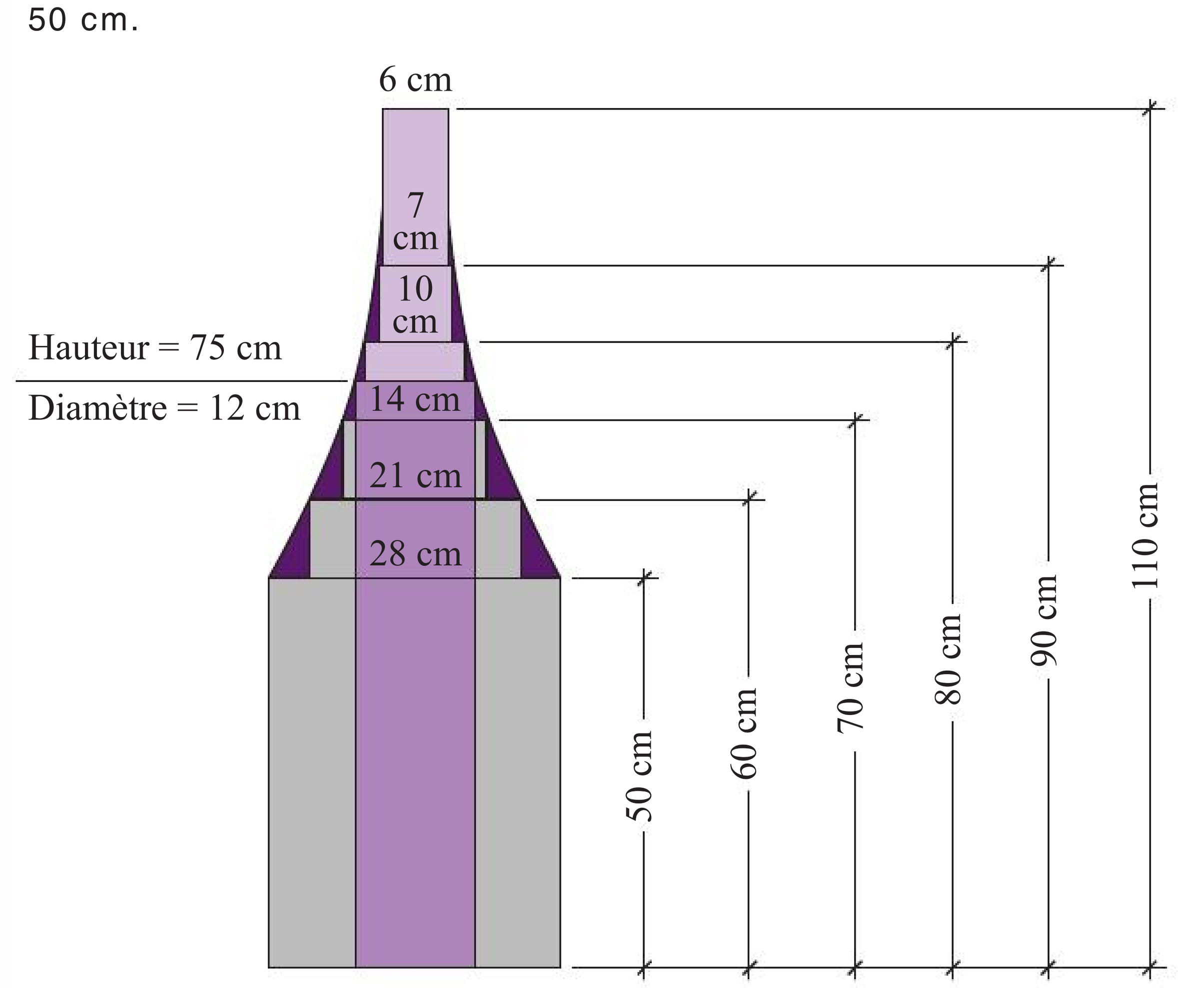
La traversée d'une chaussée doit être clairement identifiée par rapport au reste de la voirie, de sorte que les personnes aveugles et malvoyantes puissent la repérer et l'utiliser en toute sécurité. Les matériaux et les dispositifs d'éclairage doivent permettre de repérer les zones de cheminement.



Principe d'aménagement d'un passage accessible pour piétons

Dimensions minimales du mobilier

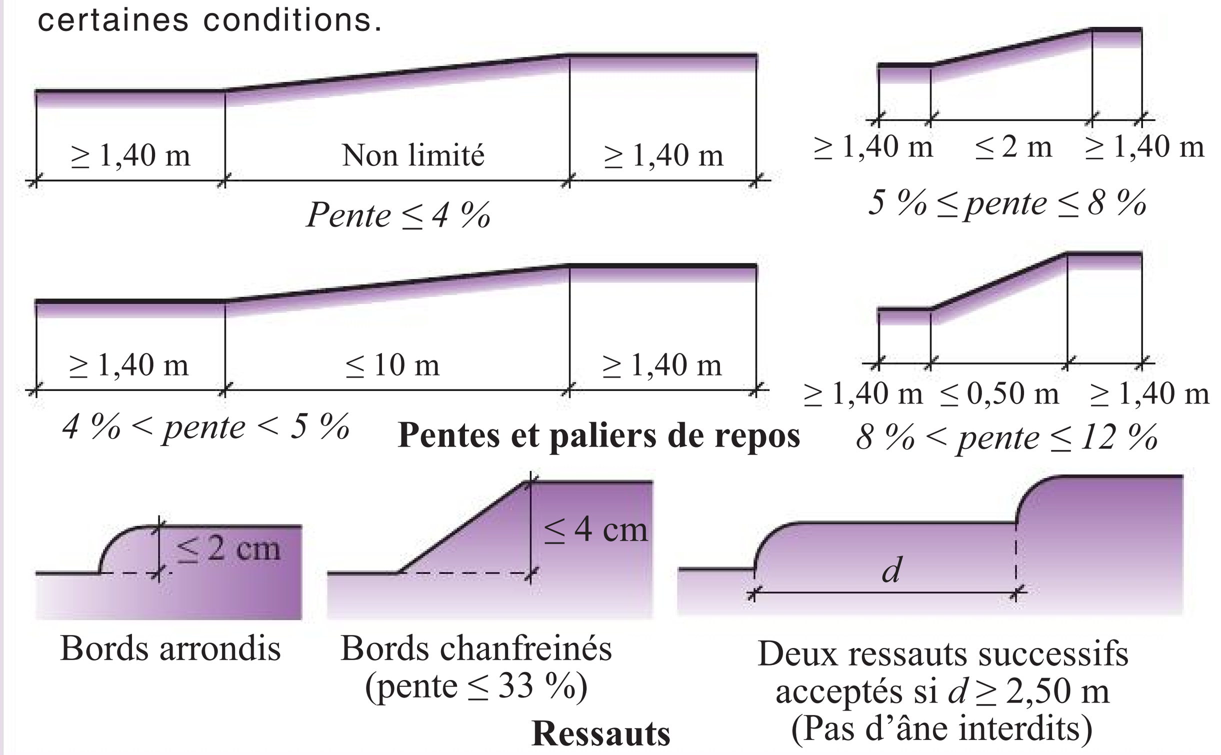
Les dimensions minimales à respecter pour le mobilier urbain sont calculées et verifiées au moyen de l'abaque ci-dessous. Par exemple : un poteau d'un diamètre de 6 cm doit avoir une hauteur de 1,10 m. La hauteur minimale d'un poteau ou d'une borne est de 50 cm.



Abaque de détection d'obstacles bas

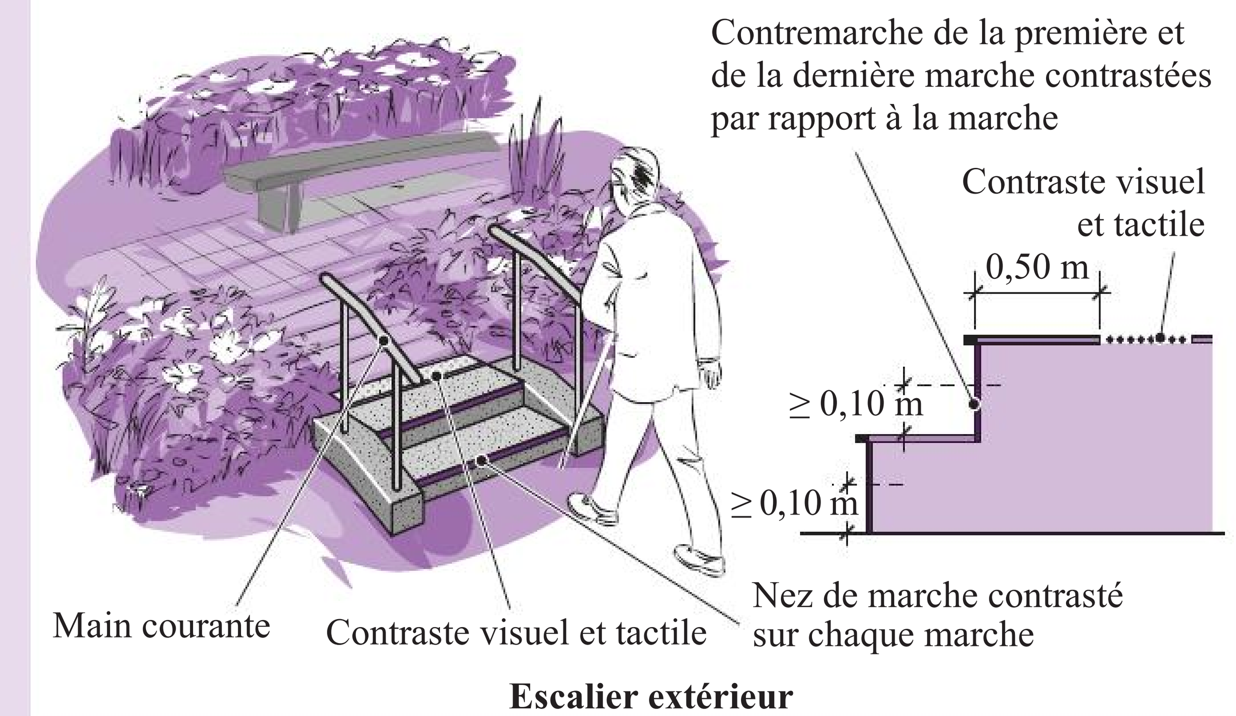
Pentes et ressauts

Sur les cheminements extérieurs, les sols roulants avec un seuil nul sont recommandés et les cheminements irréguliers à éviter. Les pentes, paliers de repos et ressauts doivent respecter certaines conditions.



Escaliers extérieurs

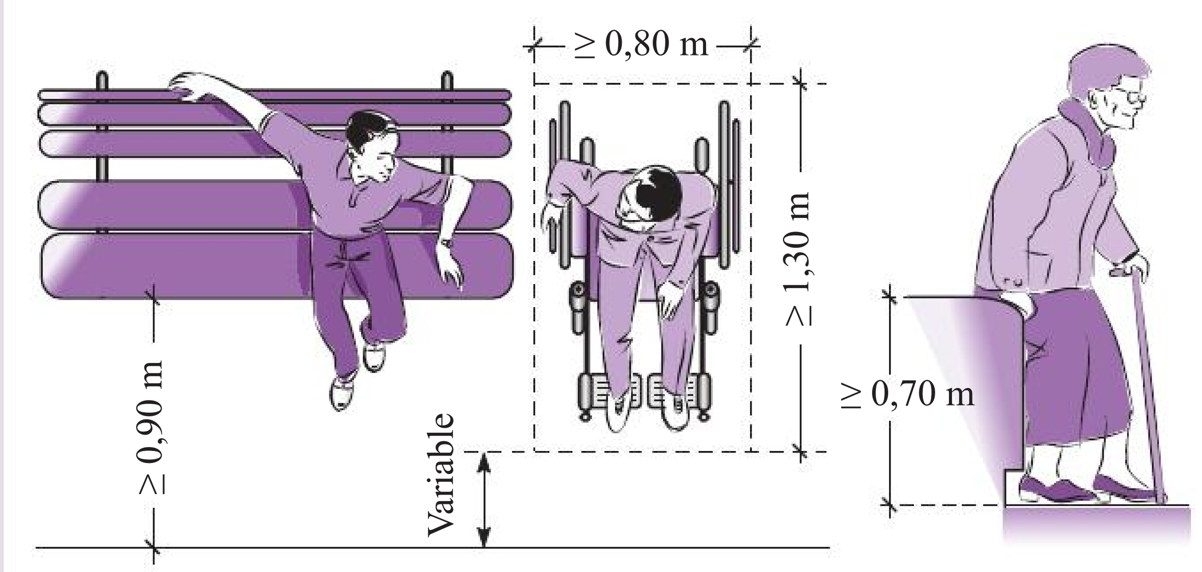
Les nez de marches des escaliers extérieurs doivent être contrastés, non glissants et sans débord excessif. Une main courante est recommandée, même s'il n'y a qu'une marche à franchir.



Escalier extérieur

Zones de repos

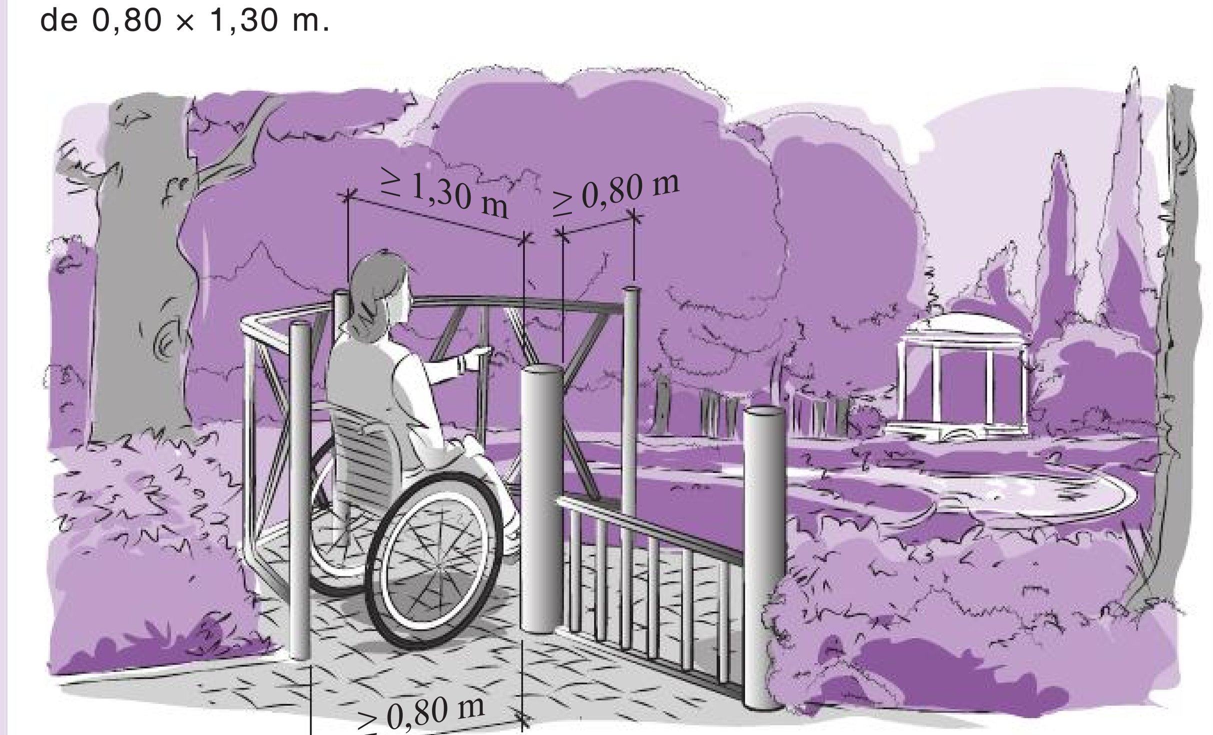
Un espace d'usage permet d'accueillir un fauteuil roulant sur le côté des bancs publics. Sur les cheminements, des appuis ischiatiques (appuis de repos assis-debout) doivent être implantés au moins tous les 300 m. Cette fonction d'appui peut être apportée par un mobilier urbain judicieusement choisi.



Emplacement pour fauteuil près d'un banc **Appui ischiatique**

Dispositifs de passage sélectif

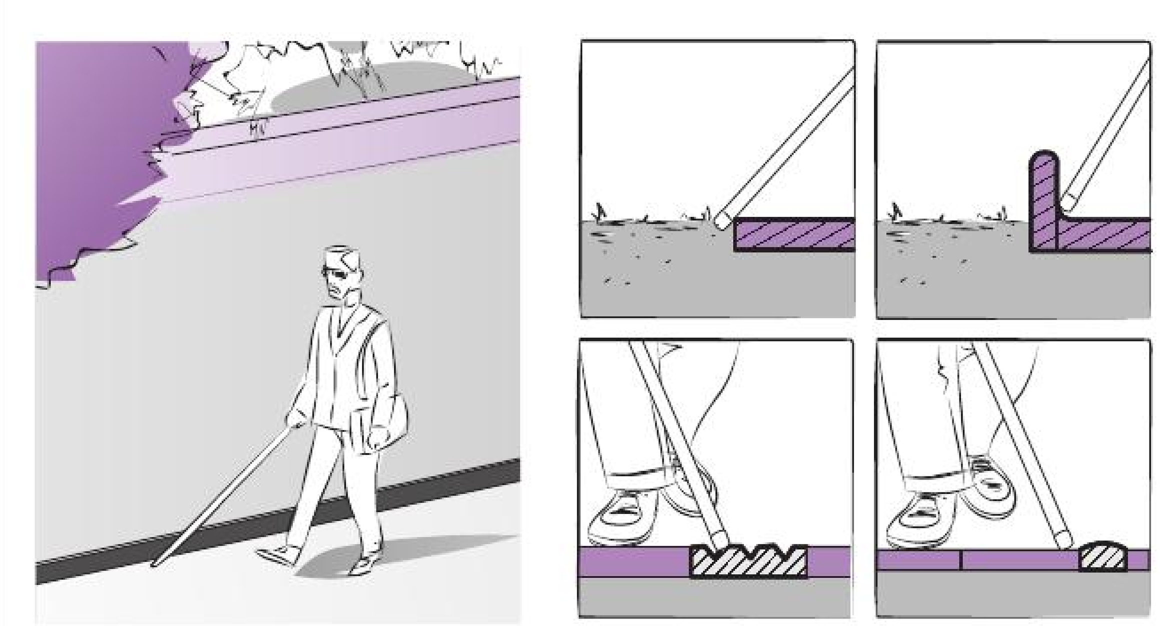
Un dispositif de passage sélectif ou chicane sans alternative doit permettre le passage d'un fauteuil roulant ayant un gabarit de 0,80 × 1,30 m.



Passage sélectif

Guidage des cheminements

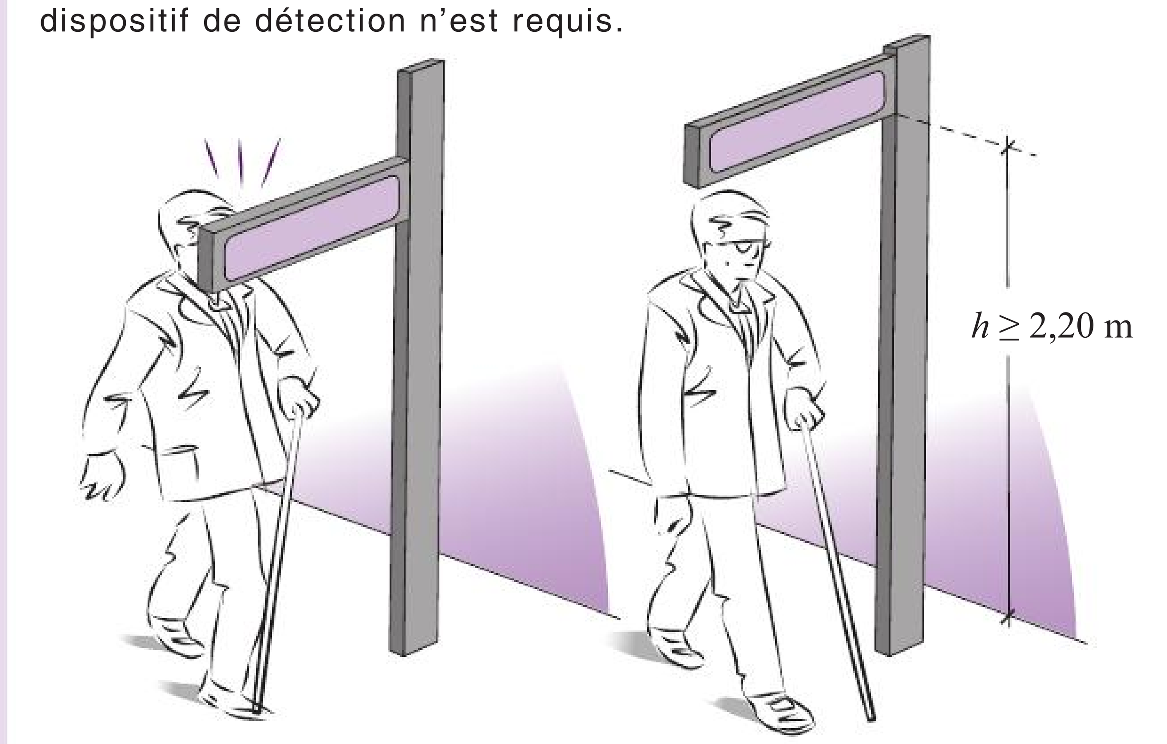
Le guidage au sol, destiné aux personnes présentant une déficience visuelle qui utilisent une canne d'aveugle ainsi qu'aux personnes circulant en fauteuil roulant, doit être implanté sur toute la longueur d'un cheminement ; il doit présenter un contraste visuel et tactile.



Repère tactile par bande de guidage

Éléments empiétant sur les cheminements

Les cheminements extérieurs pour piétons doivent être libres de tout obstacle. Si la hauteur libre sous l'élément est ≥ 2,20 m, aucun dispositif de détection n'est requis.



Éléments en saillie au-dessus du sol

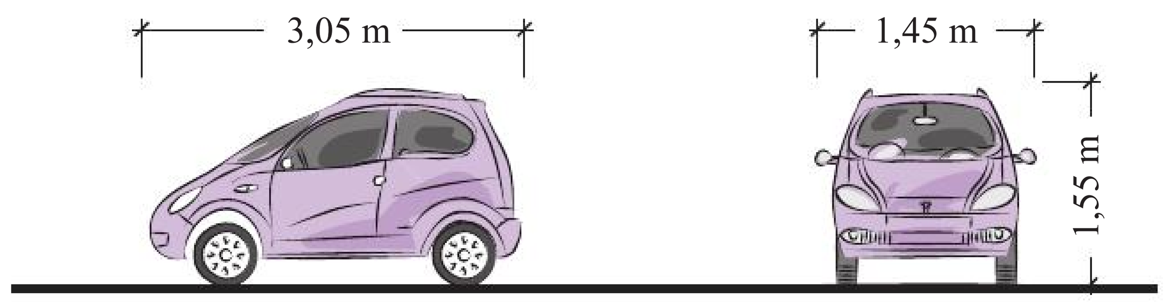
Comment ça marche

Mesures et proportions des véhicules

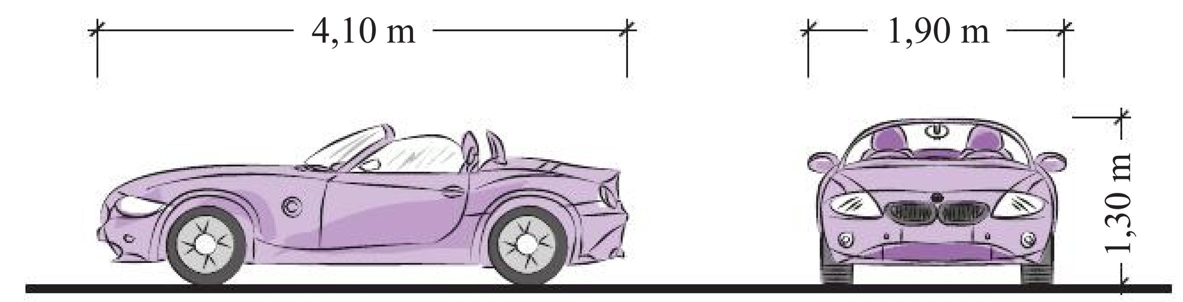
L'échelle des véhicules détermine les espaces et sert de base au calcul des volumes qui les abritent. Elle intervient de manière importante dans les projets de construction. Le volume d'encombrement et le rayon de braquage déterminent la place nécessaire aux véhicules dans les différents lieux de circulation ou de stationnement ; ils doivent être pris en compte dans le calcul des ouvertures, de la voirie et des zones de parking.

Les cotes indiquées sont les cotes moyennes par catégorie de véhicule.

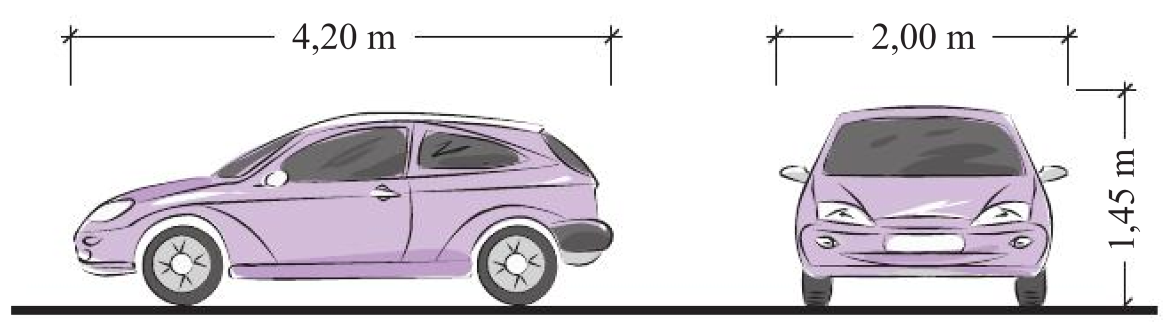
Voitures



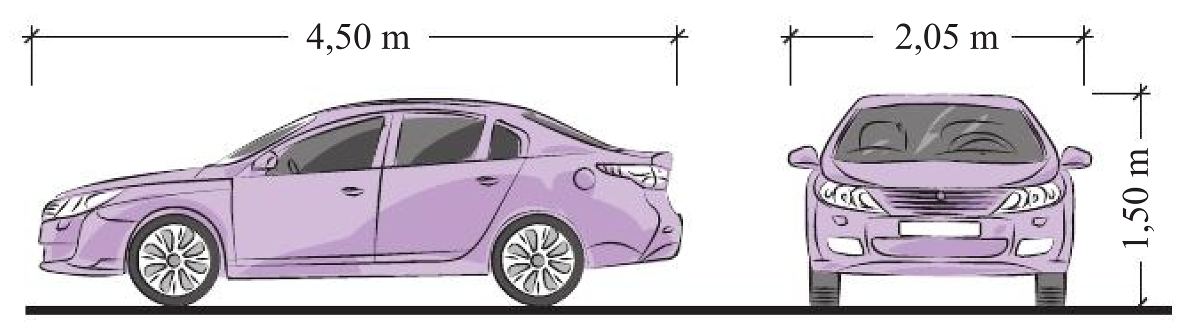
Voiture sans permis



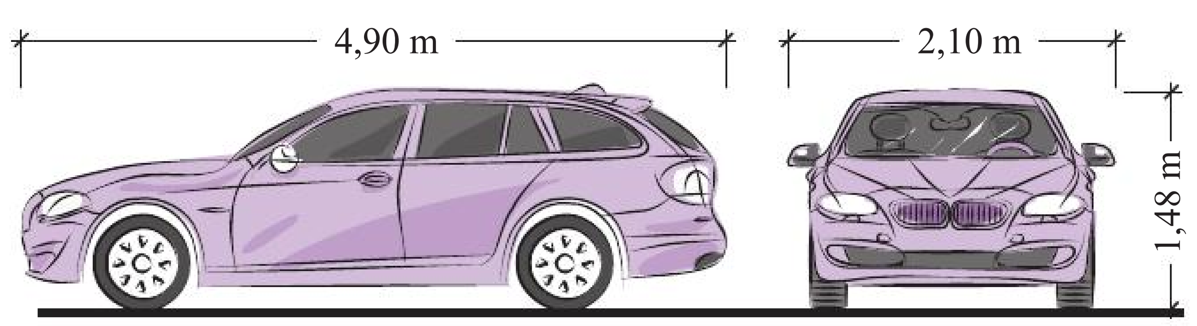
Cabriolet deux places



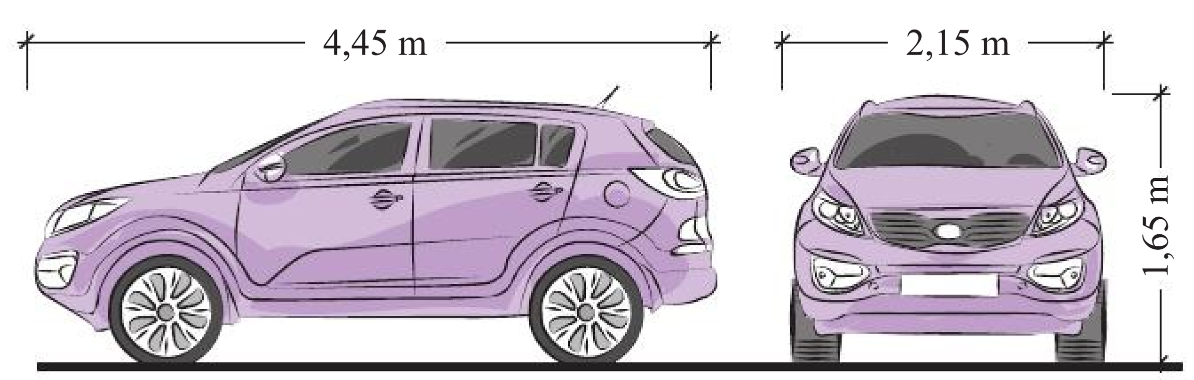
Berline entrée de gamme



Berline milieu de gamme

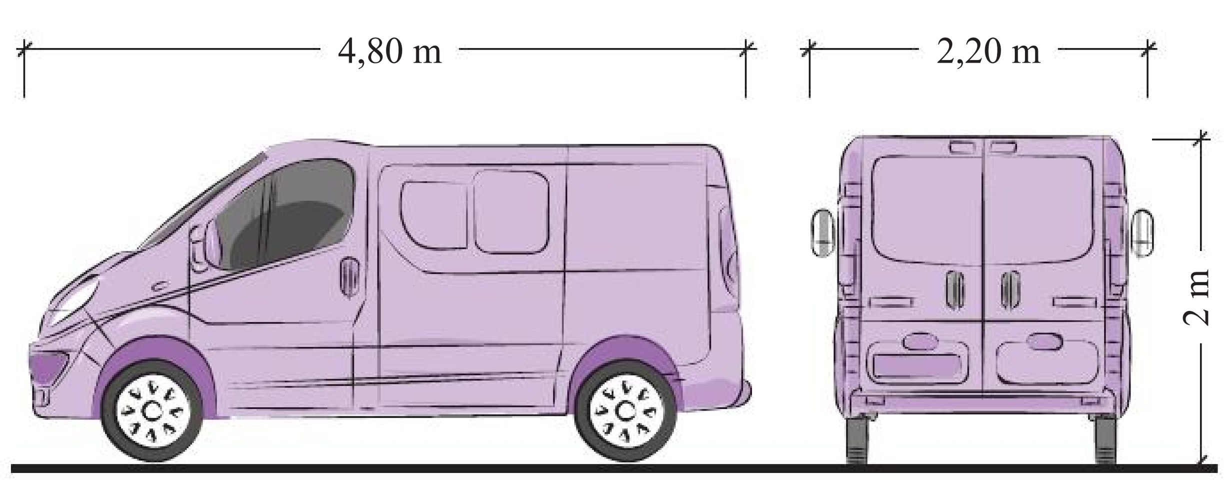


Break haut de gamme

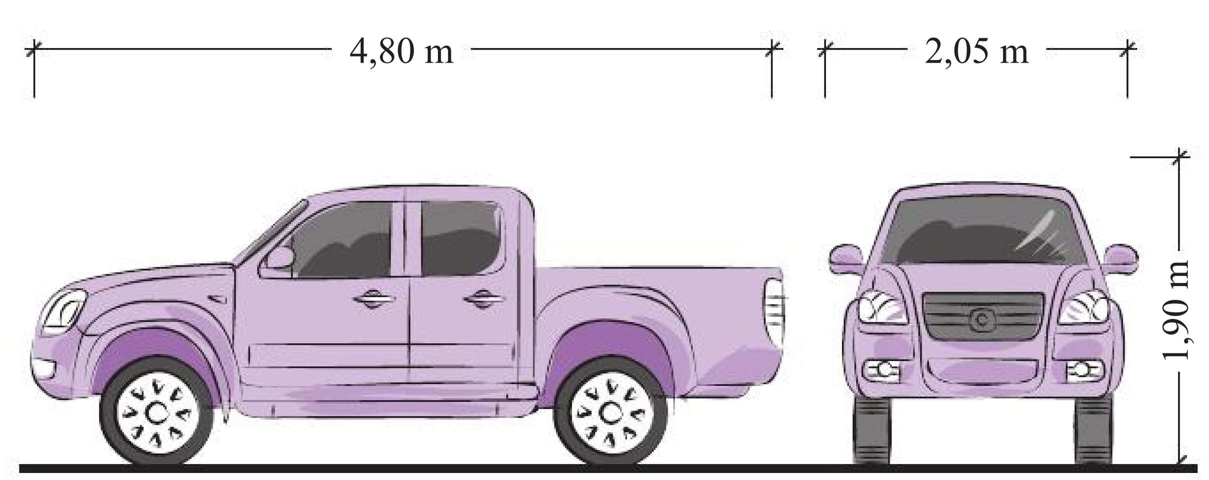


SUV

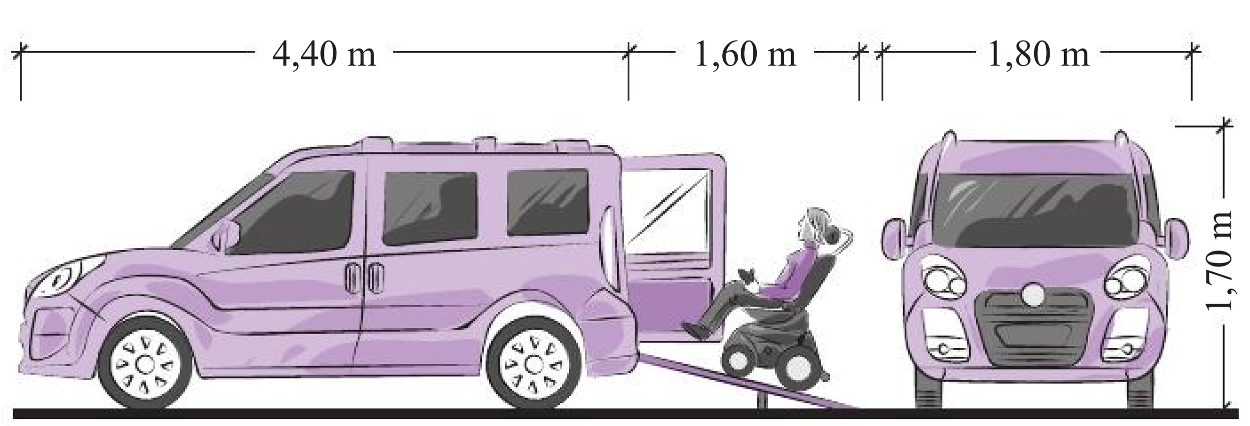
Utilitaires



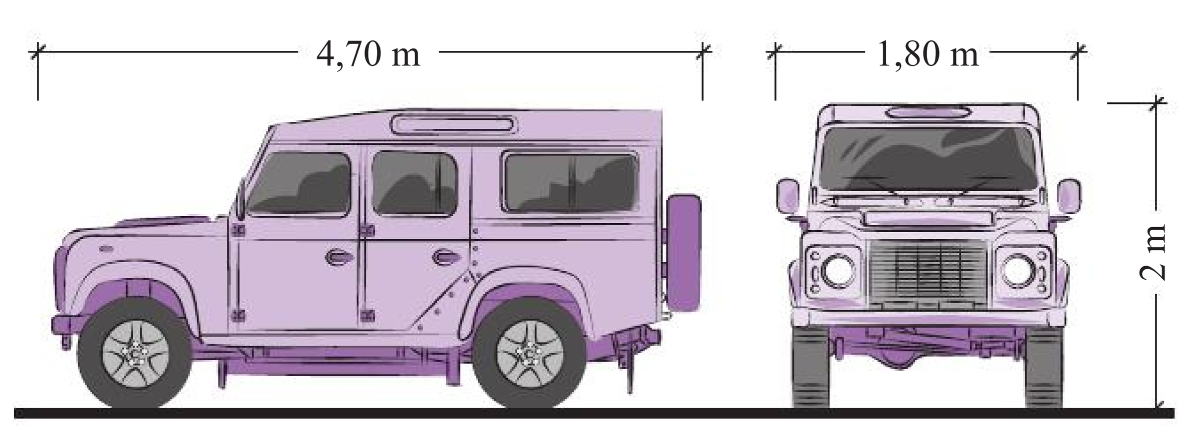
Camionnette



Pick-up

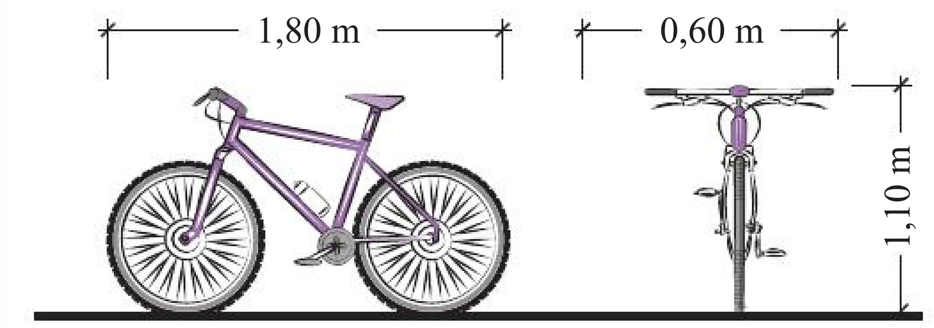


Véhicule accessible (avec rampe amovible)

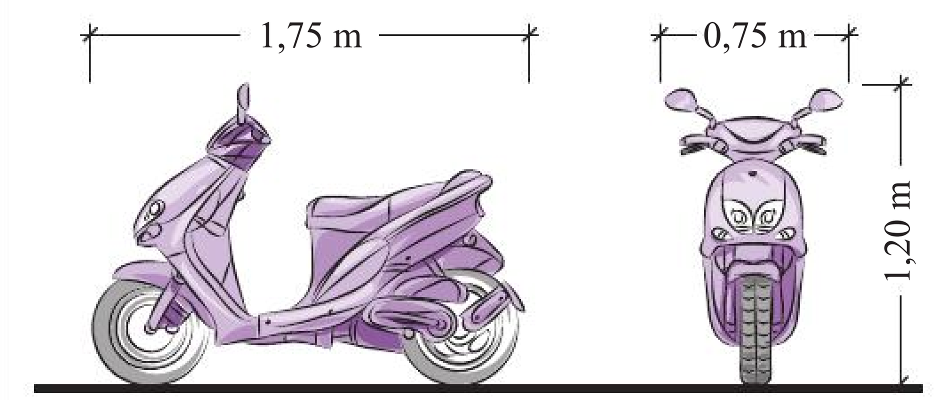


Véhicule tout terrain

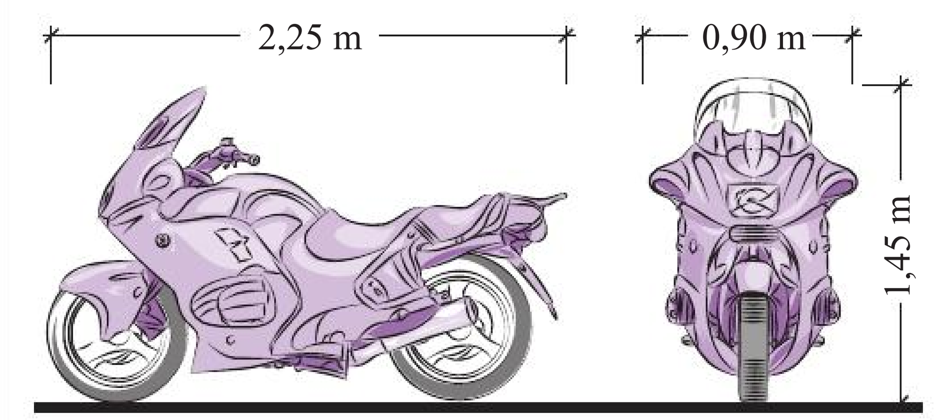
Cycles et motocycles



Vélo

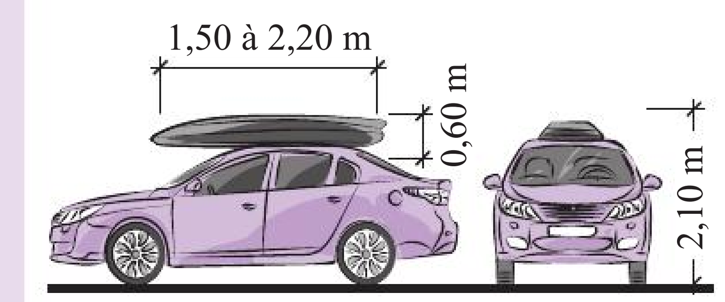


Scooter petite cylindrée

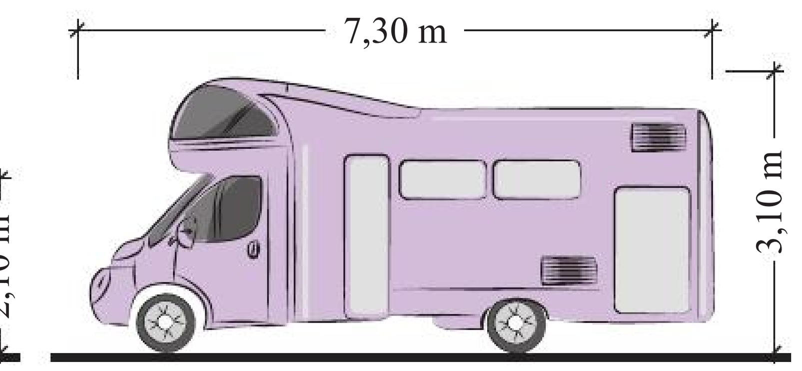


Moto grosse cylindrée

Véhicules et accessoires de loisirs



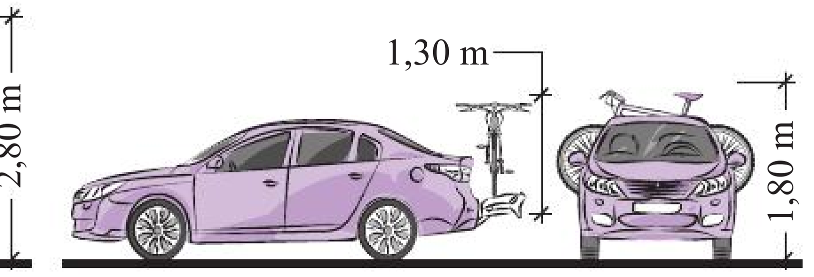
Coffre sur galerie



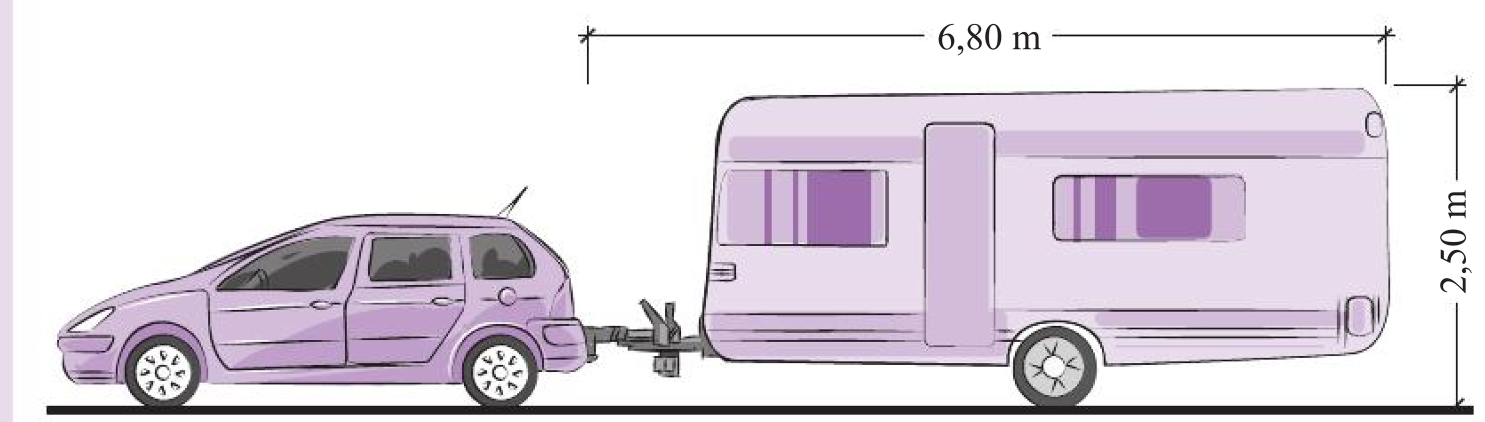
Camping-car



Galerie porte-vélo

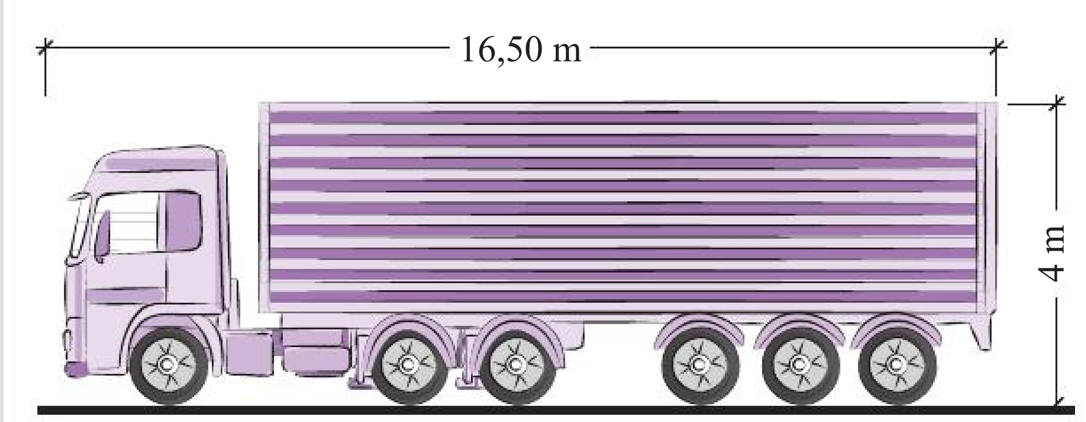


Porte-vélo de coffre

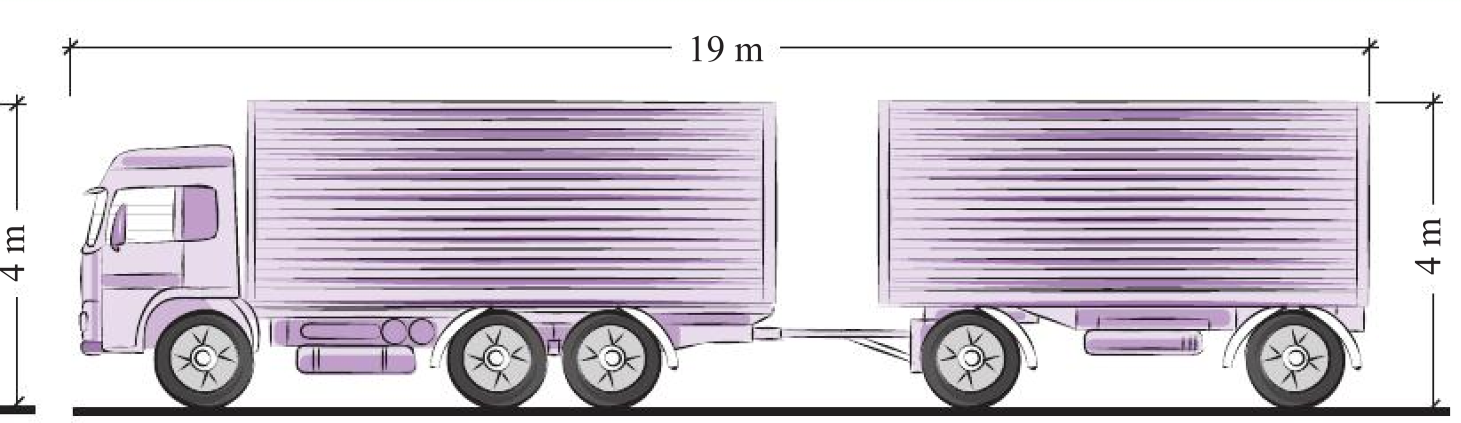


Caravane (capacité 4 personnes) *Largeur = 2,30 m*

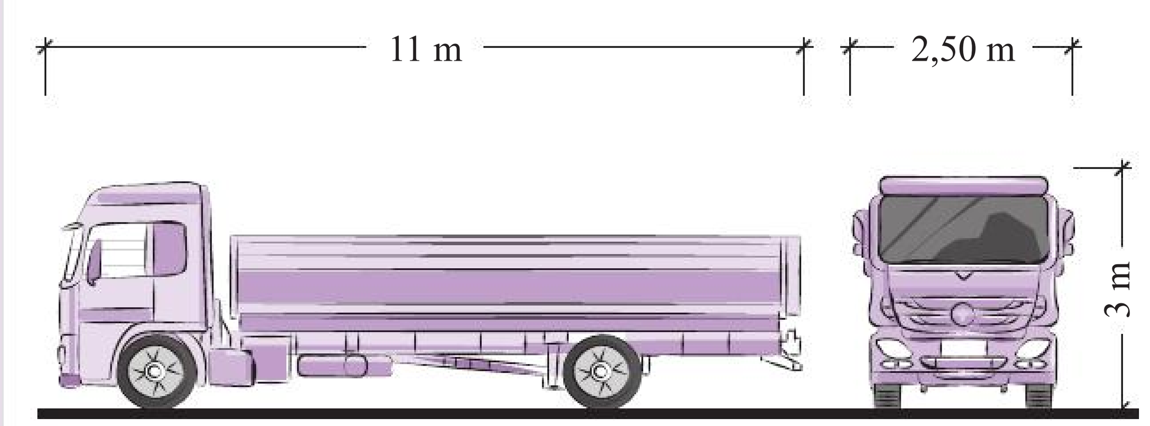
Camions et transports publics



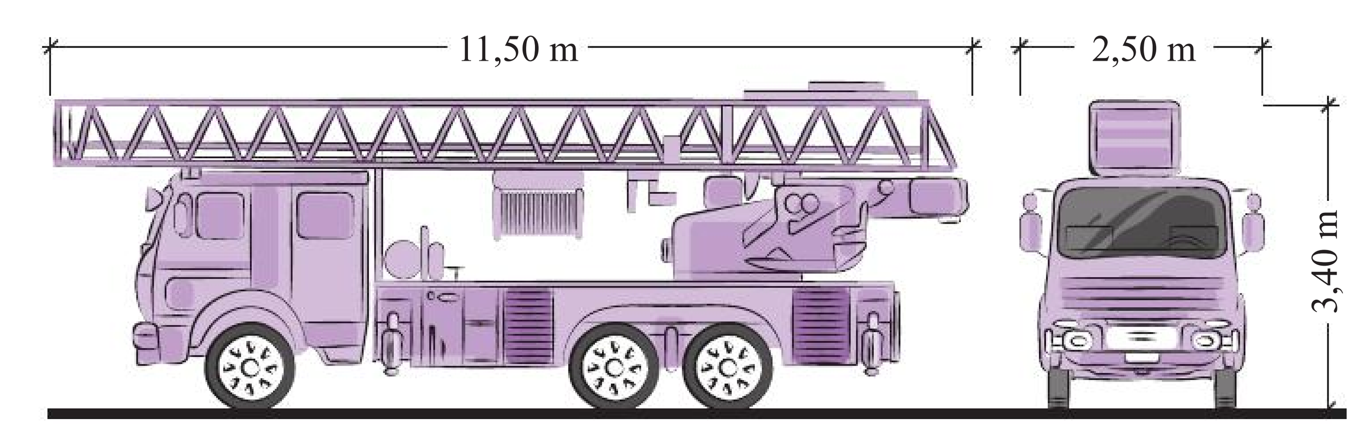
Largeur = 2,50 m
Camion semi-remorque (40 t)



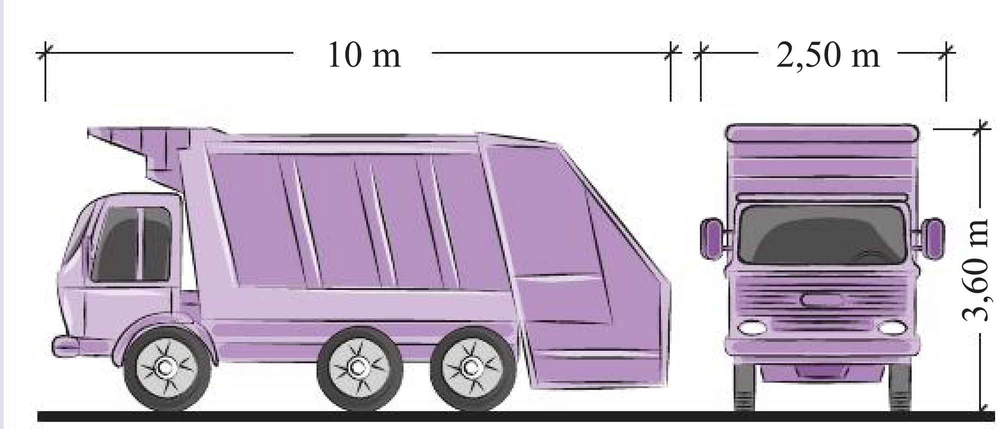
Largeur = 2,50 m
Camion avec remorque



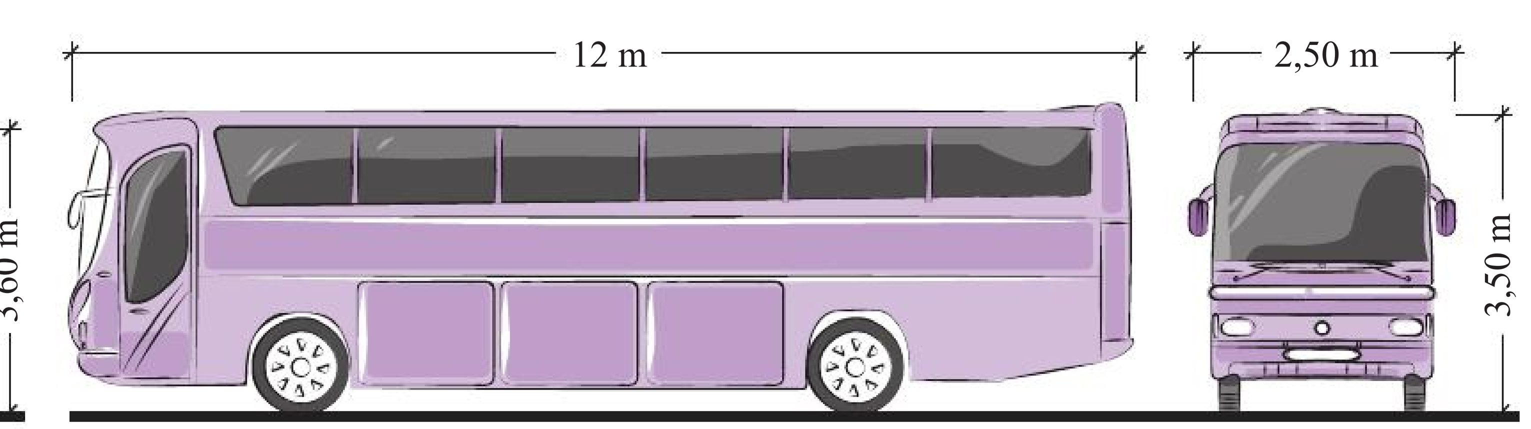
Camion à deux essieux (19 t)



Camion-échelle de pompiers



Benne à ordures



Autobus

Comment ça marche

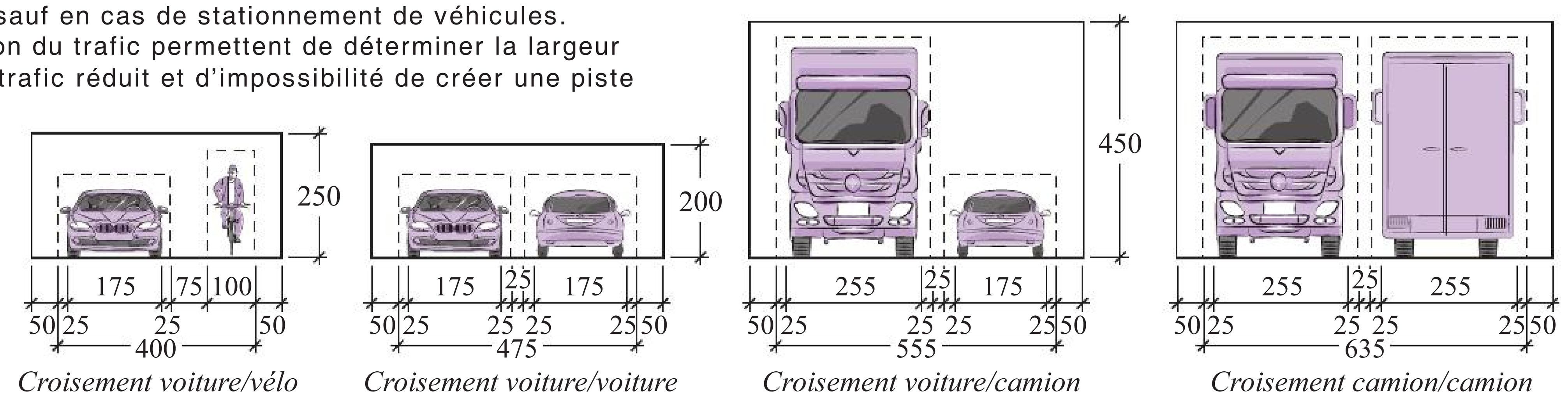
Dimensions des chaussées

Selon l'importance du trafic et de la desserte, plusieurs types de voies sont distingués : les voies rapides avec terre-plein, carrefours et dénivelés ; les boulevards et avenues, à chaussées séparées ou non, croisés par des rues adjacentes ; les rues de desserte entre les quartiers et les îlots ; les voies de service pour l'accès des résidents, les livraisons, l'accès aux commerces ou la desserte pour l'intervention des pompiers. Une chaussée est la ou les parties de la route utilisées pour la circulation de véhicules.

Dimensionnement

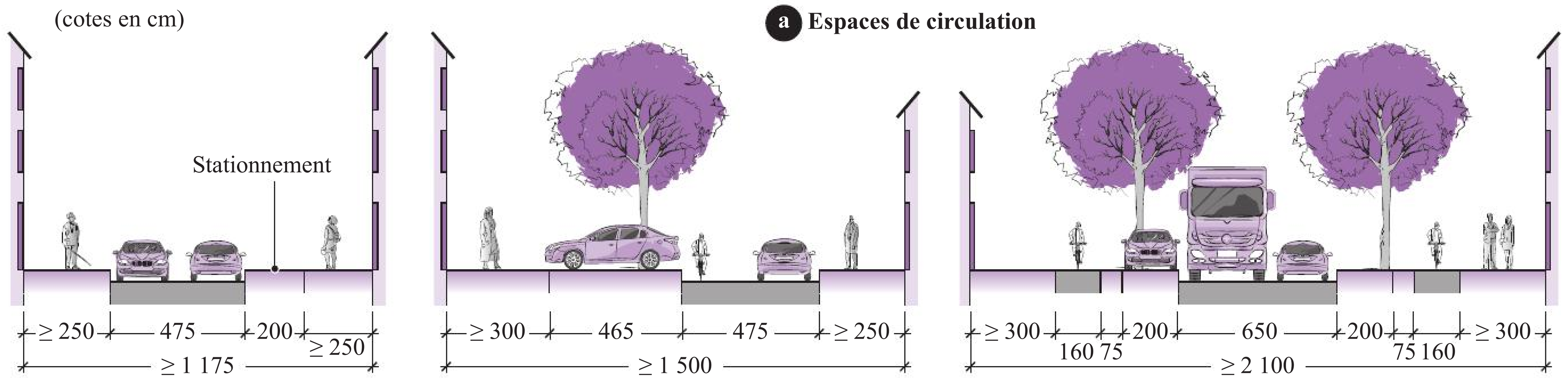
Les espaces de circulation (a) doivent tenir compte, hors espace occupé par le ou les véhicules (d'une largeur maximale de 2,55 m pour les cas courants), des marges latérales et supérieures de 0,25 m. Un espace latéral de sécurité (0,25 m) est ajouté de part et d'autre de l'espace de circulation, sauf en cas de stationnement de véhicules.

Les usages et l'évaluation du trafic permettent de déterminer la largeur des rues (b). En cas de trafic réduit et d'impossibilité de créer une piste cyclable autonome, une partie de la chaussée, d'une largeur minimale de 1,50 m et délimitée par une bande de marquage au sol, peut être aménagée comme piste cyclable.



a Espaces de circulation

(cotes en cm)



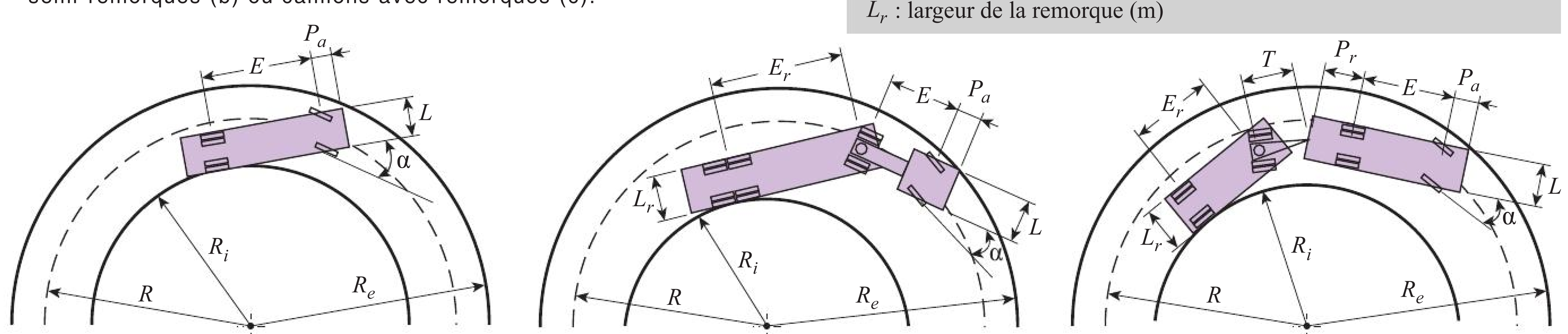
Trafic réduit avec stationnement unilatéral — *Trafic réduit avec stationnement en épi* — *Trafic important (poids lourds, transports en commun) avec stationnement bilatéral*

b Largeurs de rues

Rayons de braquage

Les rayons de braquage (R), intérieur (R_i) et extérieur (R_e) délimitent la couronne nécessaire à la giration du véhicule. Les calculs varient en fonction du type et de la géométrie du véhicule :
- véhicules simples (voitures, camionettes, etc.) (a) ;
- semi-remorques (b) ou camions avec remorques (c).

P_a : porte-à-faux avant (m)	P_r : porte-à-faux arrière (m)
E : empattement (m)	T : timon (m)
E_r : empattement de la remorque (m)	α : angle de braquage (°)
L : largeur (m)	β : angle tracteur remorque (°)
L_r : largeur de la remorque (m)	



$R = E/\sin\alpha$
$R_i = \sqrt{(E^2/\sin^2\alpha) - E^2} - L/2$
$R_e = \sqrt{(R_i + L)^2 + (E + P_a)^2}$

a **Véhicules simples** (voitures, camionettes, etc.)

$R = E/\sin\alpha$
$R_i = \sqrt{R^2 - E^2 - E_r^2} - L_r/2$
$R_e = [(\sqrt{(R_i + L_r/2)^2 + E_r^2} + L/2)^2 + (E + P_a)^2]\ 1/2$
$\beta = \mathrm{arctg}[E_r/(R_i + L_r/2)]$

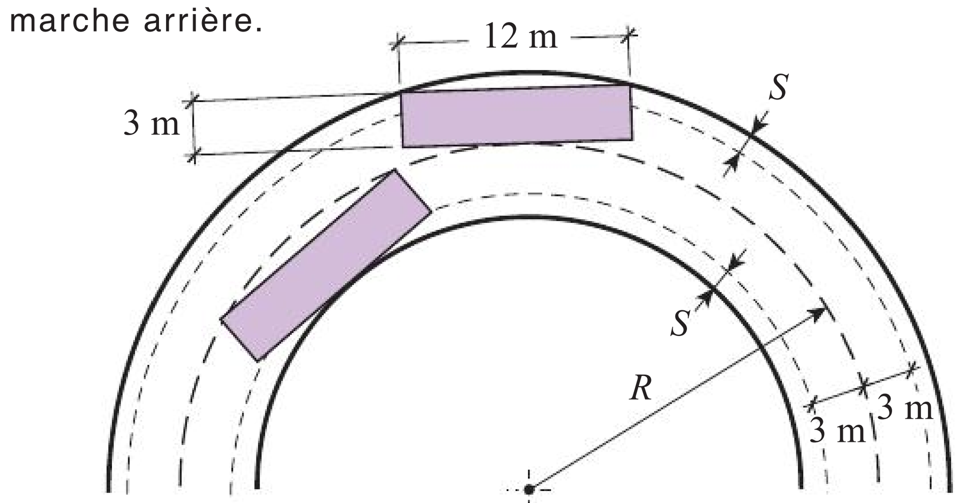
b **Semi-remorques**

$R_i = \sqrt{R^2 - E^2 + P_r^2 - T^2 - E_r^2} - L_r/2$
$R_e = [(\sqrt{R^2 - E^2} + L/2)^2 + (E + P_a)^2]\ 1/2$
$\alpha = \arcsin(E/R)$
$\beta = \arctan[E_r/(R_i + L_r/2)] + \arcsin[T/(\sqrt{R^2 - E^2 + P_r^2})] + \arctan[P_r/(\sqrt{R^2 - E^2})]$

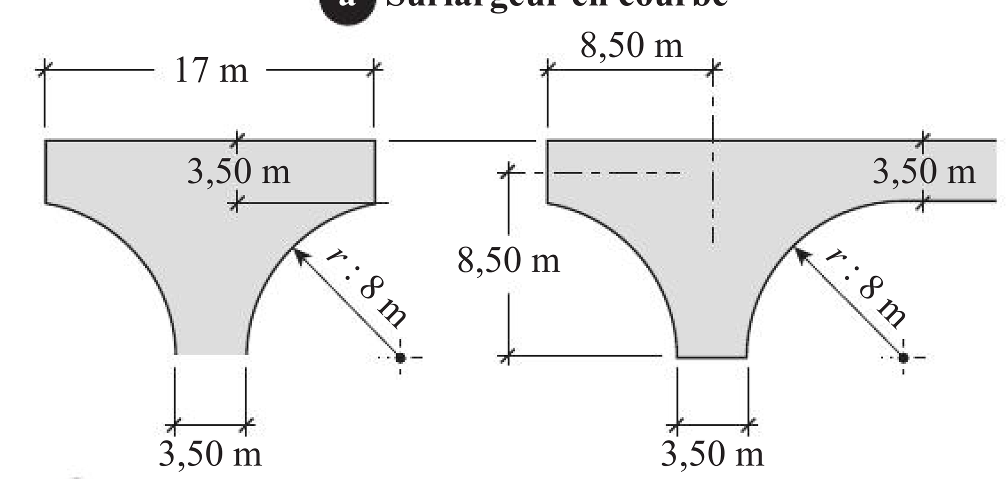
c **Camions avec remorque**

Surlargeurs et aires de manœuvre

Dans les courbes serrées de rayon inférieur à 200 m, une surlargeur est préconisée dans les virages pour permettre le croisement de longs véhicules (a). Elle est, pour chaque voie de circulation, égale à 50/*R* en mètres, *R* étant le rayon de la courbe, au centre de la route. Les aires de retournement (b) doivent permettrent aux véhicules de collecte d'ordures ménagères une manœuvre de moins de 15 m avec une seule marche arrière.



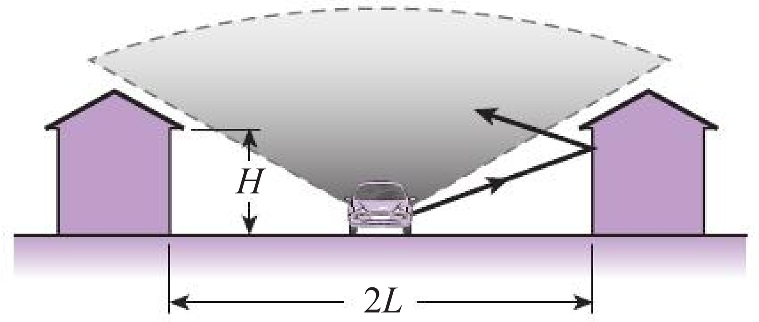
a Surlargeur en courbe

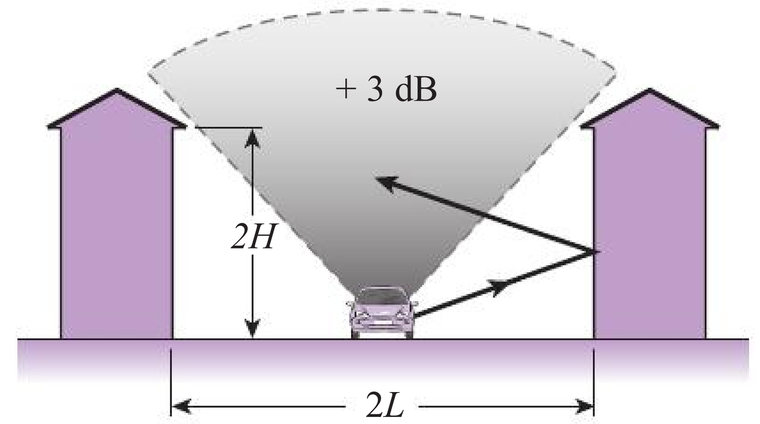


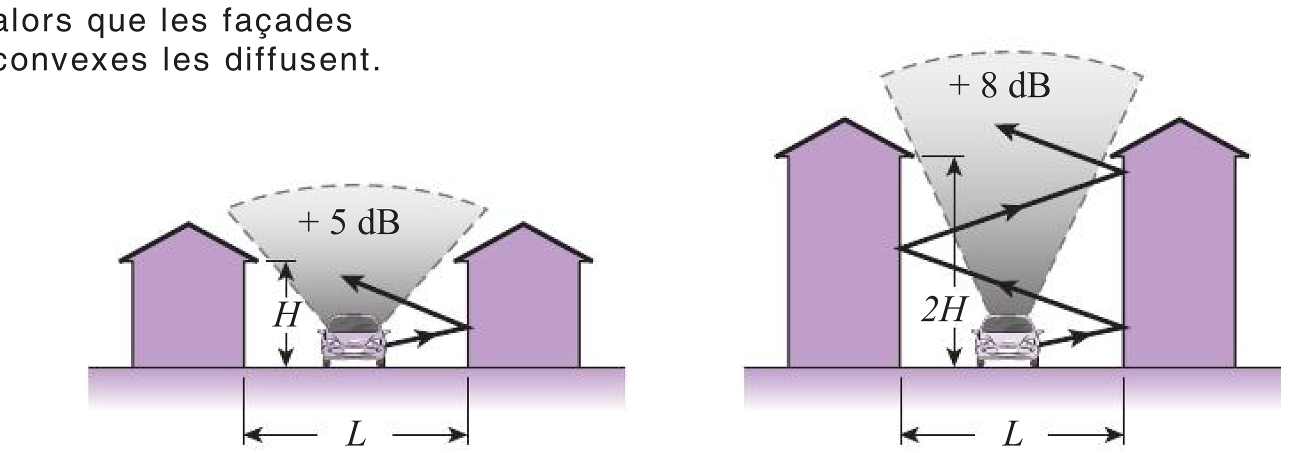
b **Aires de manœuvre pour camions bennes à ordures de 15 à 18 m³ dans les voies en impasse**

Nuisances sonores

L'architecture et la disposition des volumes bâtis modifient les ambiances sonores, permettant le masquage ou le filtrage du bruit en fonction de l'implantation d'espaces plus ou moins ouverts. Ainsi, les rues amplifient différemment les sons selon leur largeur et la hauteur des bâtiments qui les bordent. À trafic routier équivalent, une rue large est moins bruyante qu'une rue étroite car :
- la partie de ciel visible est plus étendue, permettant ainsi une absorption plus grande ;
- la distance entre la source sonore que constitue la circulation automobile et les bâtiments est plus importante. Pour les mêmes raisons, à largeur égale, une rue bordée de hauts bâtiments est plus bruyante qu'une rue bordée de bâtiments bas. Les façades concaves focalisent les sons, alors que les façades convexes les diffusent.



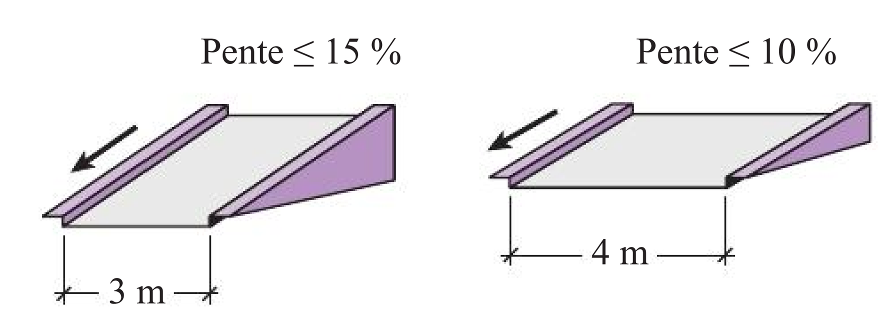




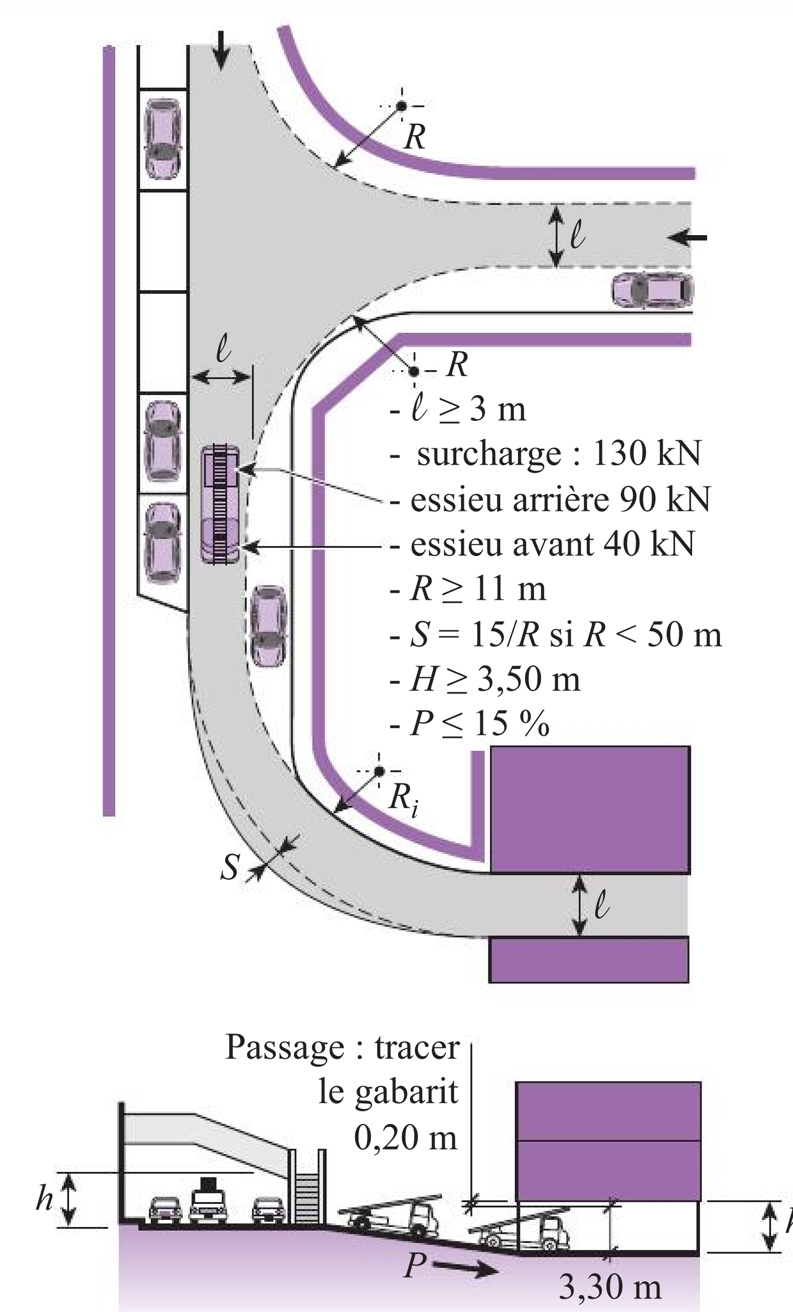
Accessibilité aux véhicules de sapeurs-pompiers

Les bâtiments d'habitation collectifs supérieurs à *R* + 3 + comble doivent être desservis par une voie-engins (a). Quel que soit le sens de circulation par lequel elle est abordée à partir de la voie publique,
la chaussée d'une voie-engins doit répondre aux caractéristiques suivantes :
- largeur 3 m hors bandes de stationnement ;
- force portante calculée pour un véhicule de 130 kN ;
- rayon intérieur minimal : 11 m ;
- surlargeur $S = 15/R$ dans les virages de rayon inférieur à 50 m ;
- hauteur libre autorisant le passage d'un véhicule de 3,30 m + marge de sécurité de 0,20 m ;
- pente inférieure à 10 %.

Une voie-échelle (b) correspond à une section de voie-engins utilisable pour la mise en station de l'échelle. Ses caractéristiques sont celles d'une voie-engins, complétées et modifiées comme suit :
- longueur minimale : 10 m ;
- largeur libre minimale de la chaussée portée à 4 m ;
- pente maximale ramenée à 10 %.

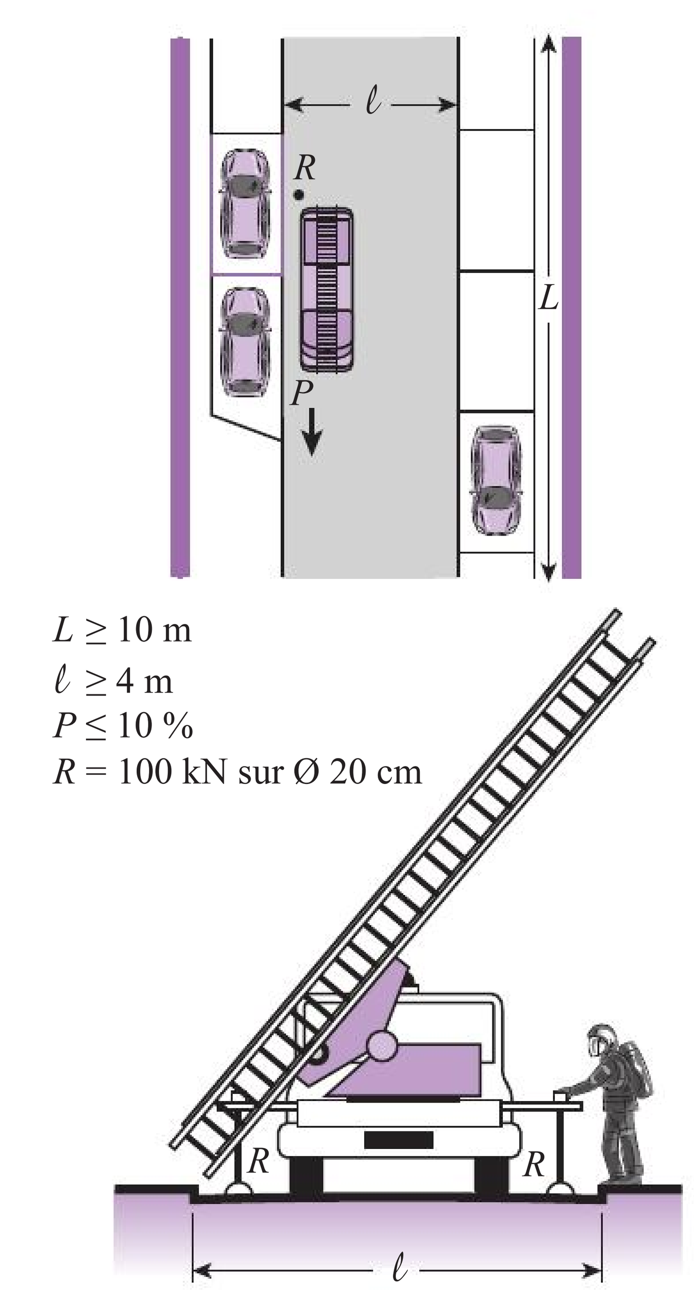


h : hauteur	R_i : rayon intérieur
L : longueur	S : surlargeur
ℓ : largeur	R : résistance au poinçonnement
P : pente	



Accès des engins de secours au lieu du sinistre depuis la voie publique

a Voie-engins



Partie de voie-engins renforcée pour permettre la mise en station de l'échelle

b Voie-échelle

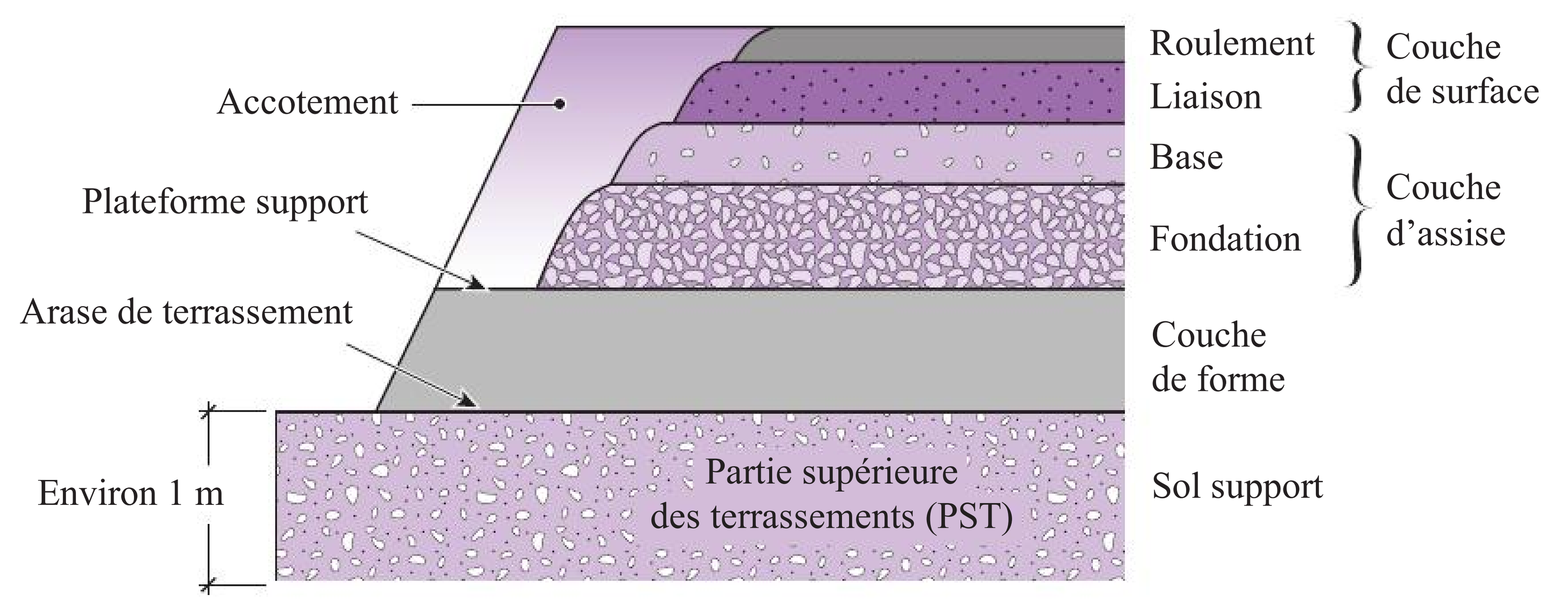
Comment ça marche

Structure des chaussées

Six grandes familles de chaussées sont distinguées suivant leur type de structure : souples ou à structure inverse, elles sont adaptées au faible trafic ; bitumineuses épaisses, elles conviendront à un trafic moyen ; semi-rigides, à structures mixtes ou en béton ciment, elles seront utilisables pour les trafics élevés. Les termes « enrobé », « goudron », « asphalte », « macadam » sont souvent employés sans distinction, de manière générique et impropre, pour nommer les chaussées.

Couches constitutives d'une chaussée

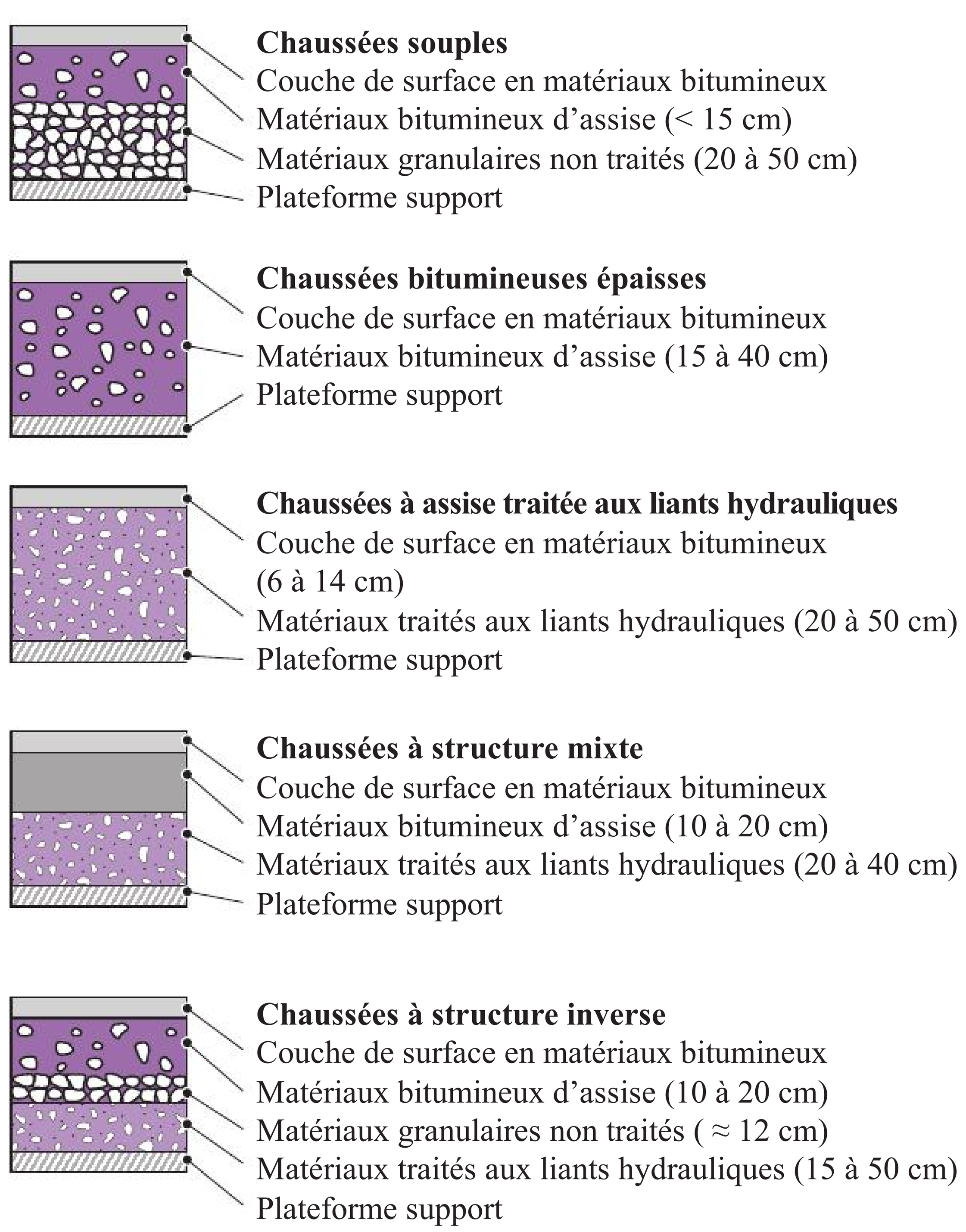
Les différentes couches constitutives d'une chaussée (a) assurent les fonctions spécifiques suivantes :
- couche de forme : elle contribue au nivellement, assure l'accès au chantier pendant les travaux et protège le sol du gel ;
- couche d'assise : composée de la couche de fondation et de la couche de base, elle apporte à la chaussée la résistance mécanique nécessaire pour reprendre les charges verticales induites par le trafic ;
- couche de surface : il s'agit généralement une structure bicouche (couche de roulement et couche de liaison) qui assure la sécurité et le confort des usagers, la protection de la couche d'assise et la réduction des bruits de roulement.



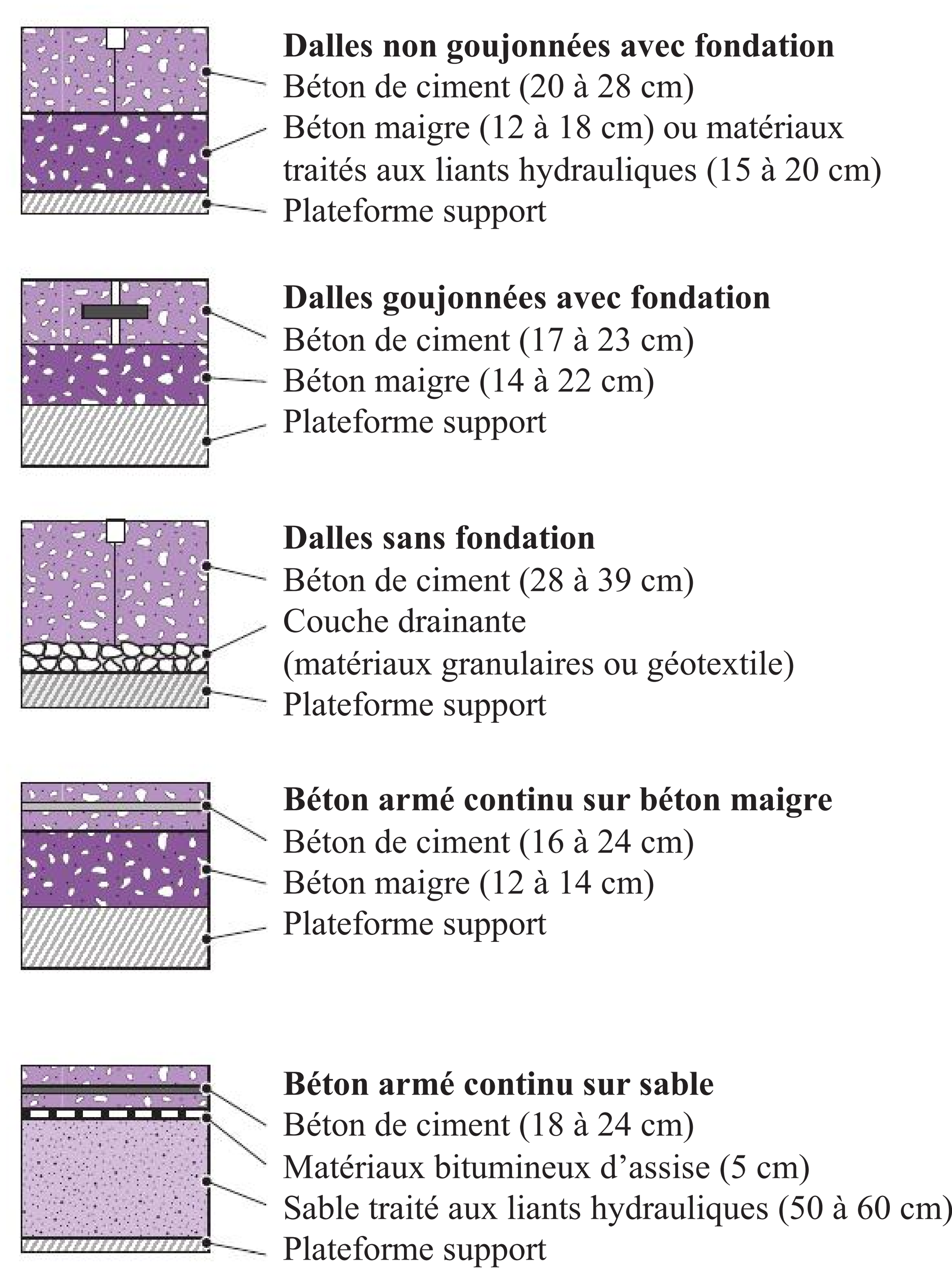
a **Couches constitutives d'une chaussée**

Types de structures

Les différents matériaux constitutifs des structures de chaussées se comportent différemment selon les sollicitations du trafic. Les chaussées relèvent de deux principaux types : les chaussées en matériaux bitumineux (a) et les chaussées en béton de ciment (b).
Sont distingués : les matériaux traités aux liants hydrauliques, aux liants hydrocarbonés, non traités, le béton, les dalles et pavages.



a **Chaussées en matériaux bitumineux**



b **Chaussées en béton de ciment**

Enduits superficiels d'usure (ESU)

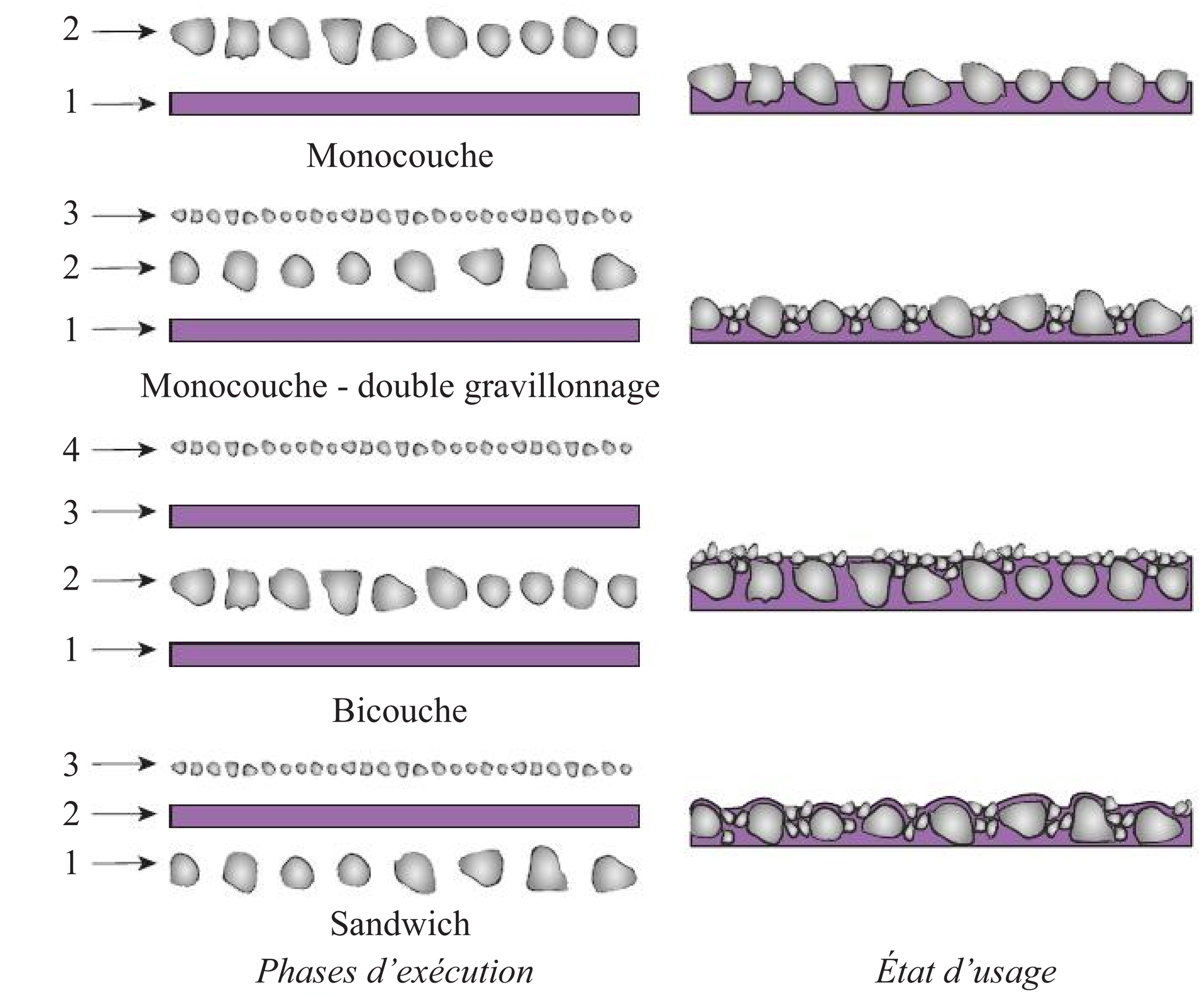
L'enduit superficiel d'usure (ESU) est un revêtement de faible épaisseur utilisé en couche de roulement. Les liants utilisés sont appliqués à froid ou à chaud, au moyen d'une rampe (a) ou d'une buse simple (b). Les couches de liant et de gravillons sont répandues successivement puis compactées (c). L'ESU est déconseillé pour les voies où la vitesse des véhicules est supérieure à 50 km/h en raison du bruit généré par le roulement et du risque d'arrachement des gravillons dans les virages.



a **Épandage par rampe**



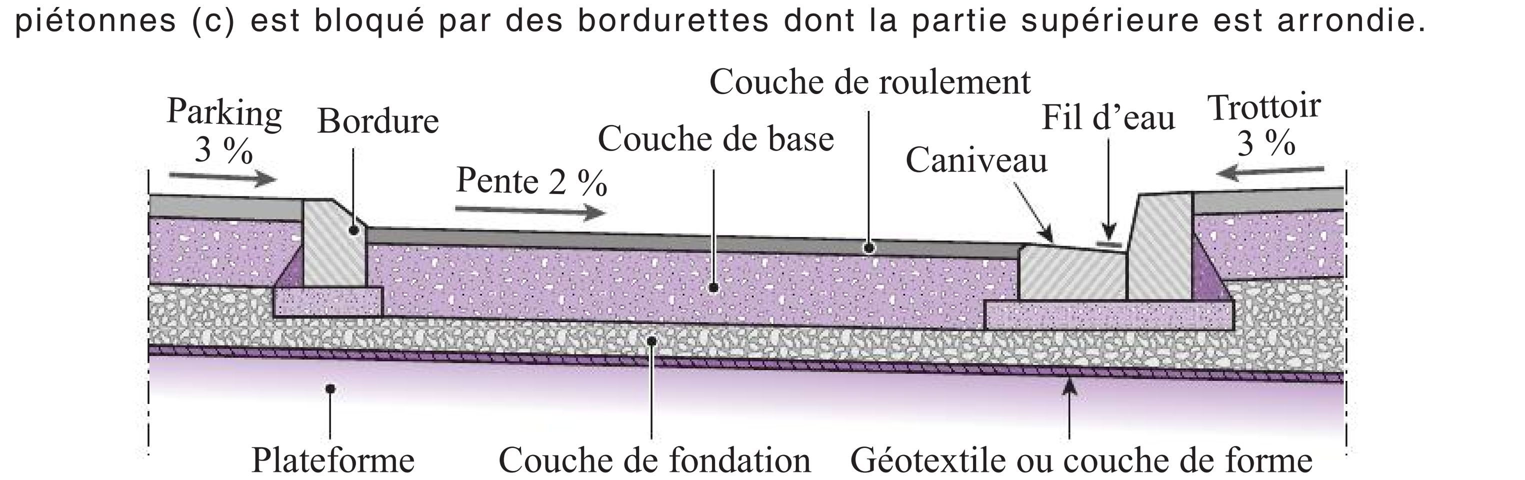
b **Épandage par buse simple**



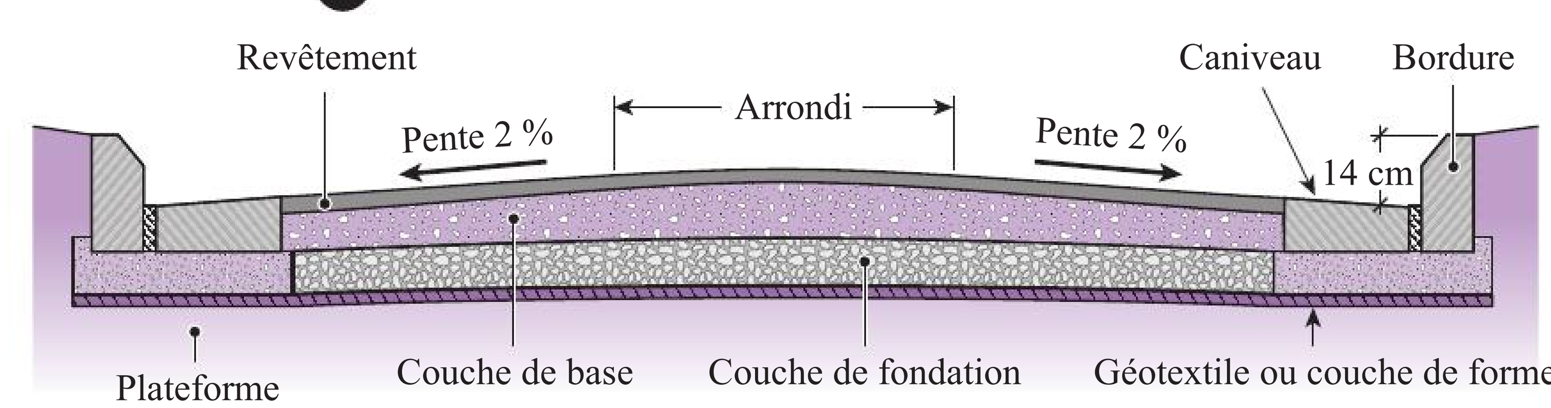
c **Mise en œuvre des structures de type ESU**

Profils en travers

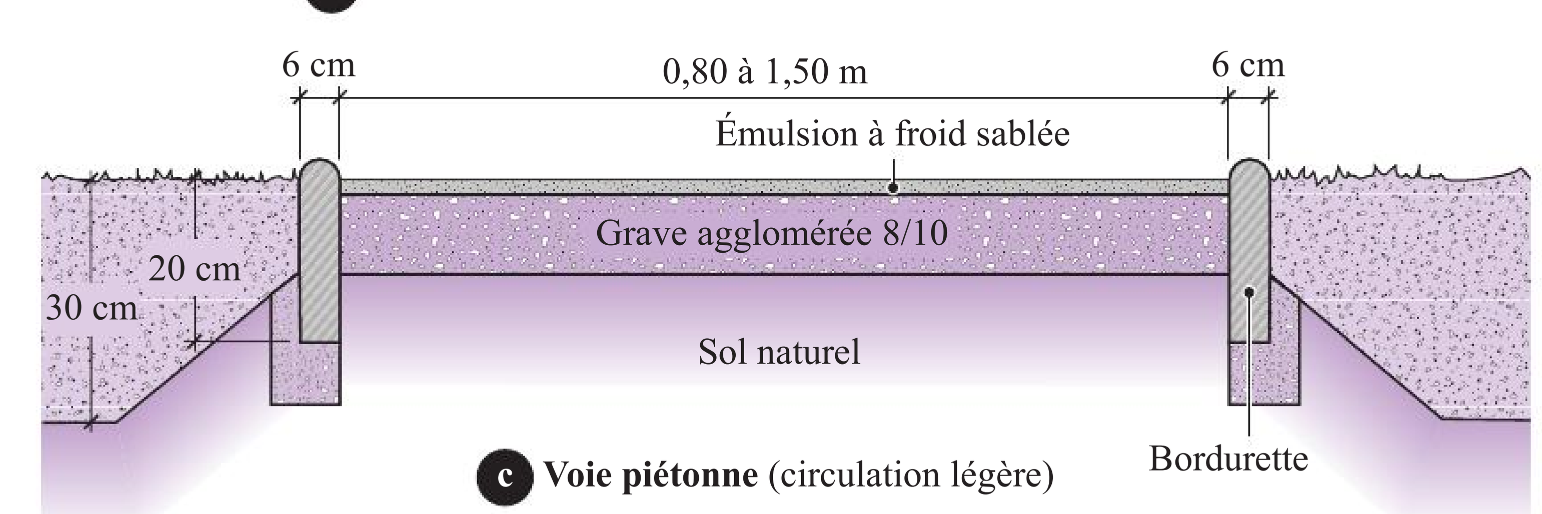
Le profil en travers d'une chaussée à une voie de circulation (a) comporte une seule pente transversale de 2 cm/m qui renvoie les eaux de ruissellement vers le caniveau. Le profil d'une chaussée à deux voies (b) comporte deux pentes transversales de 2 cm/m se raccordant circulairement sur 1 m en milieu de chaussée et qui renvoient les eaux de ruissellement vers les caniveaux de part et d'autre. La forme et le revêtement des voies piétonnes (c) est bloqué par des bordurettes dont la partie supérieure est arrondie.



a **Profil en travers d'une chaussée à une voie de circulation**



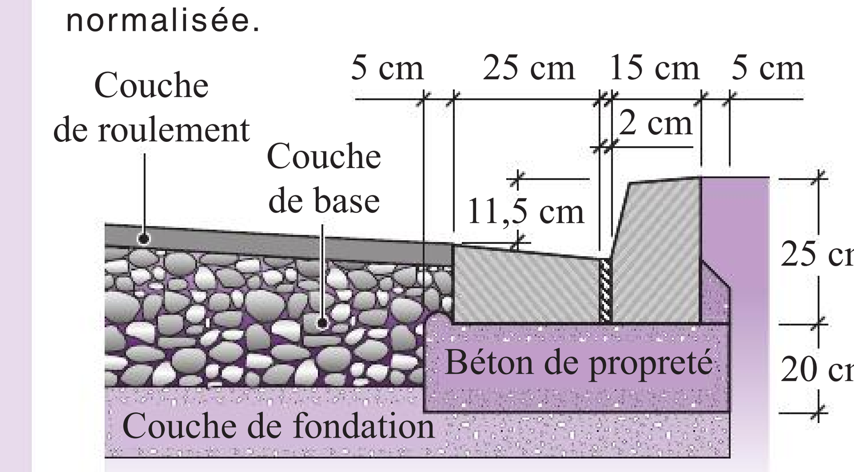
b **Profil en travers d'une chaussée à deux voies de circulation**



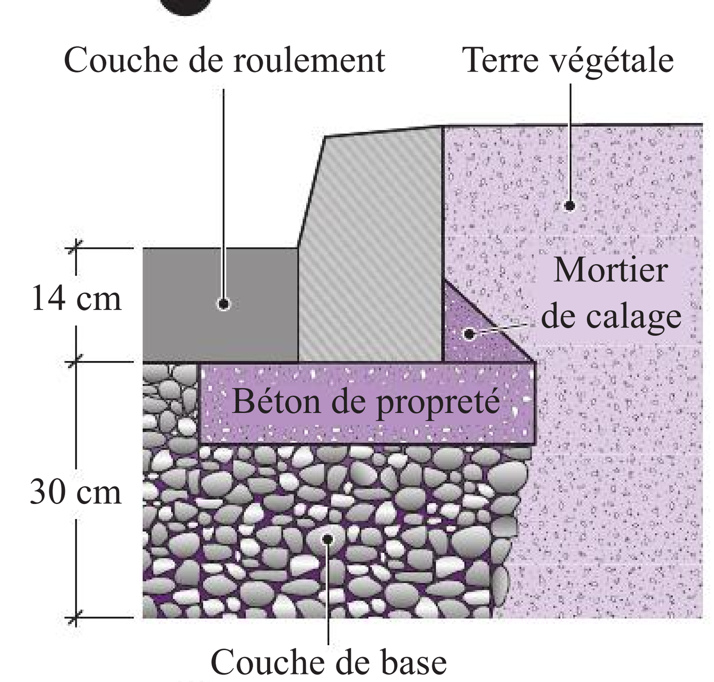
c **Voie piétonne** (circulation légère)

Bordures et caniveaux

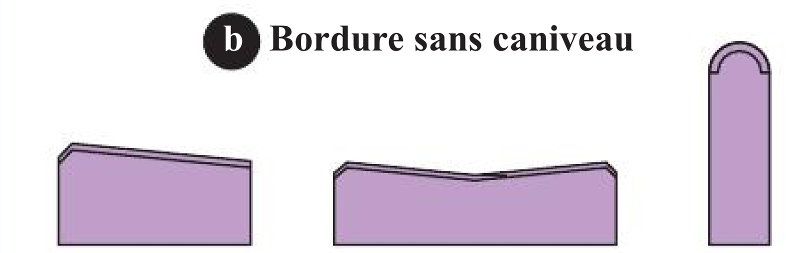
Pour éviter la stagnation de l'eau et la guider vers les regards d'évacuation, la chaussée doit comporter en bas de pente une bordure avec (a) ou sans (b) caniveau. Leur pente longitudinale est de 5 mm/m et leur taille est normalisée.



a **Bordure avec caniveau**



b **Bordure sans caniveau**



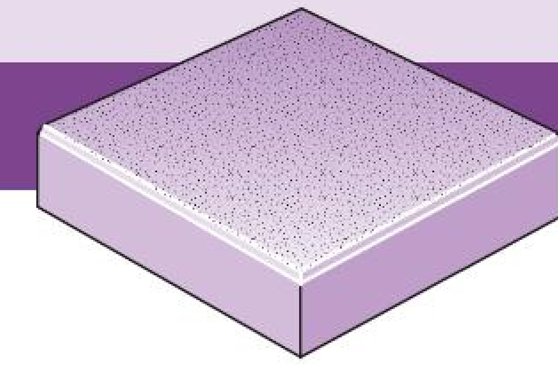
Caniveaux simple et double dévers *Bordurette*

Pavages et dallages

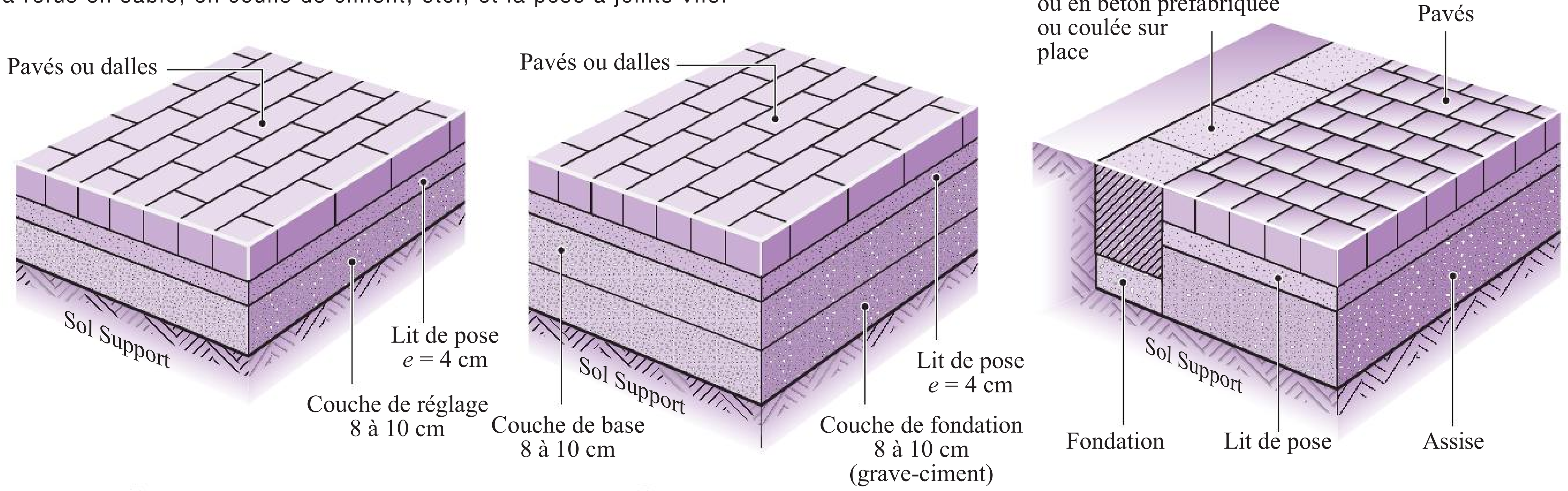
Comment ça marche

Les espaces de circulation et les cheminements entre bâtiments peuvent être revêtus de pavés et dalles en béton, en pierre naturelle ou en terre cuite. Ces revêtements permettent de différencier les espaces tout en caractérisant et valorisant le site. Le choix des éléments modulaires utilisés doit tenir compte du confort et de la sécurité des usagers en offrant une planéité adaptée et des conditions d'adhérence adéquates afin d'éviter les chutes.

Dispositions constructives



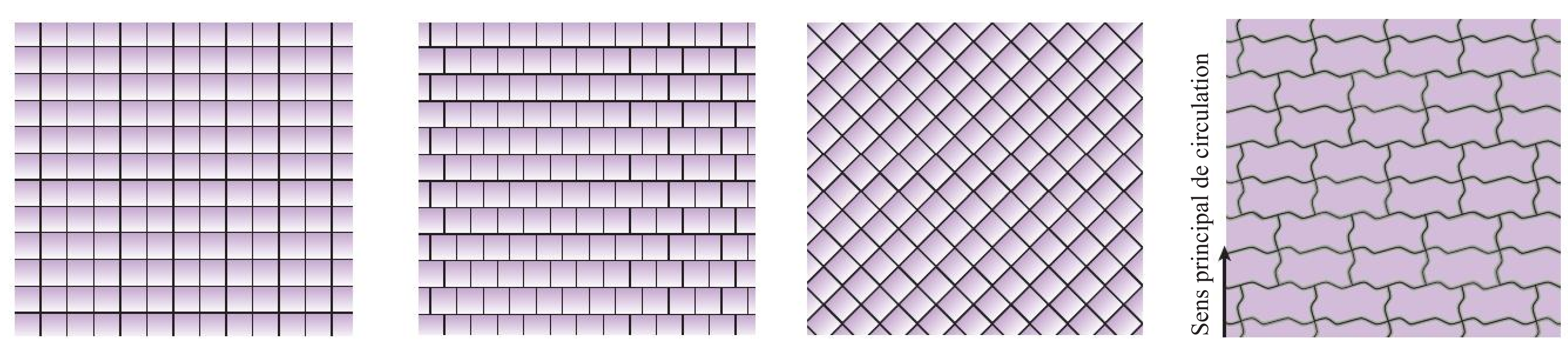
Pour les espaces recevant peu de charges verticales, une pose sur couche de réglage en grave-ciment suffit (a). Une couche de fondation est nécessaire pour les espaces recevant des charges plus importantes (b). L'épaisseur du lit de pose en sable stabilisé ou en mortier maigre est de l'ordre de 3 à 4 cm selon le type de pavé ou de dalle et sa nature. Le blocage des rives (c) permet d'éviter le glissement des pavés et l'ouverture des joints. Sont distingués les joints remplis à refus en sable, en coulis de ciment, etc., et la pose à joints vifs.



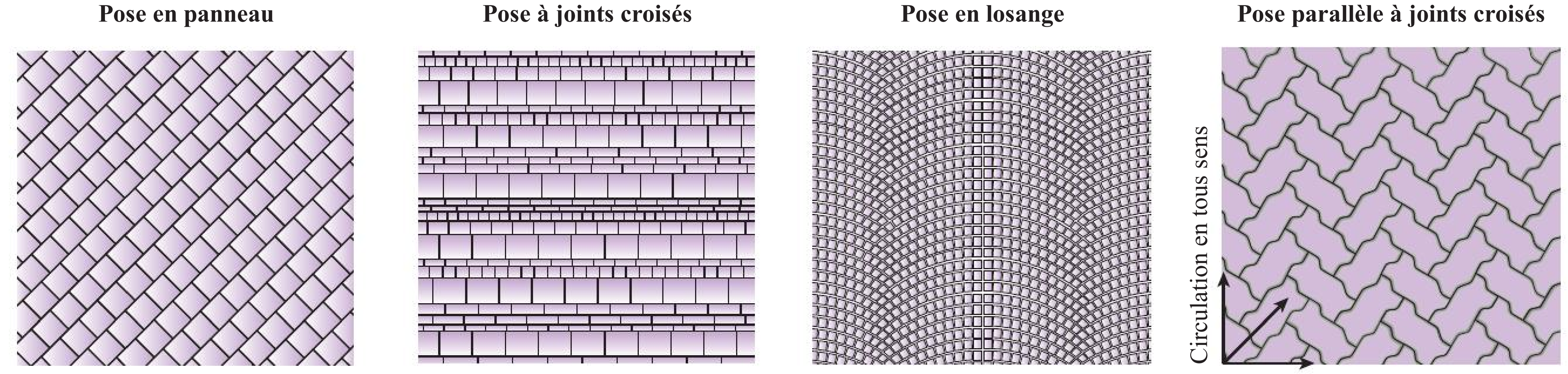
a Charges légères b Charges lourdes c Blocage des rives

Calepinage

Les terrasses, aires de stationnement, chemins d'accès et cheminements en pavés sont réalisés à joints droits ou croisés, perpendiculairement, en diagonale ou en arc de cercle par rapport à l'axe de l'ouvrage. La pose parallèle à joints croisés ou la pose en chevron des pavés autobloquants à emboîtement dépend du sens de circulation (principal ou en tous sens).



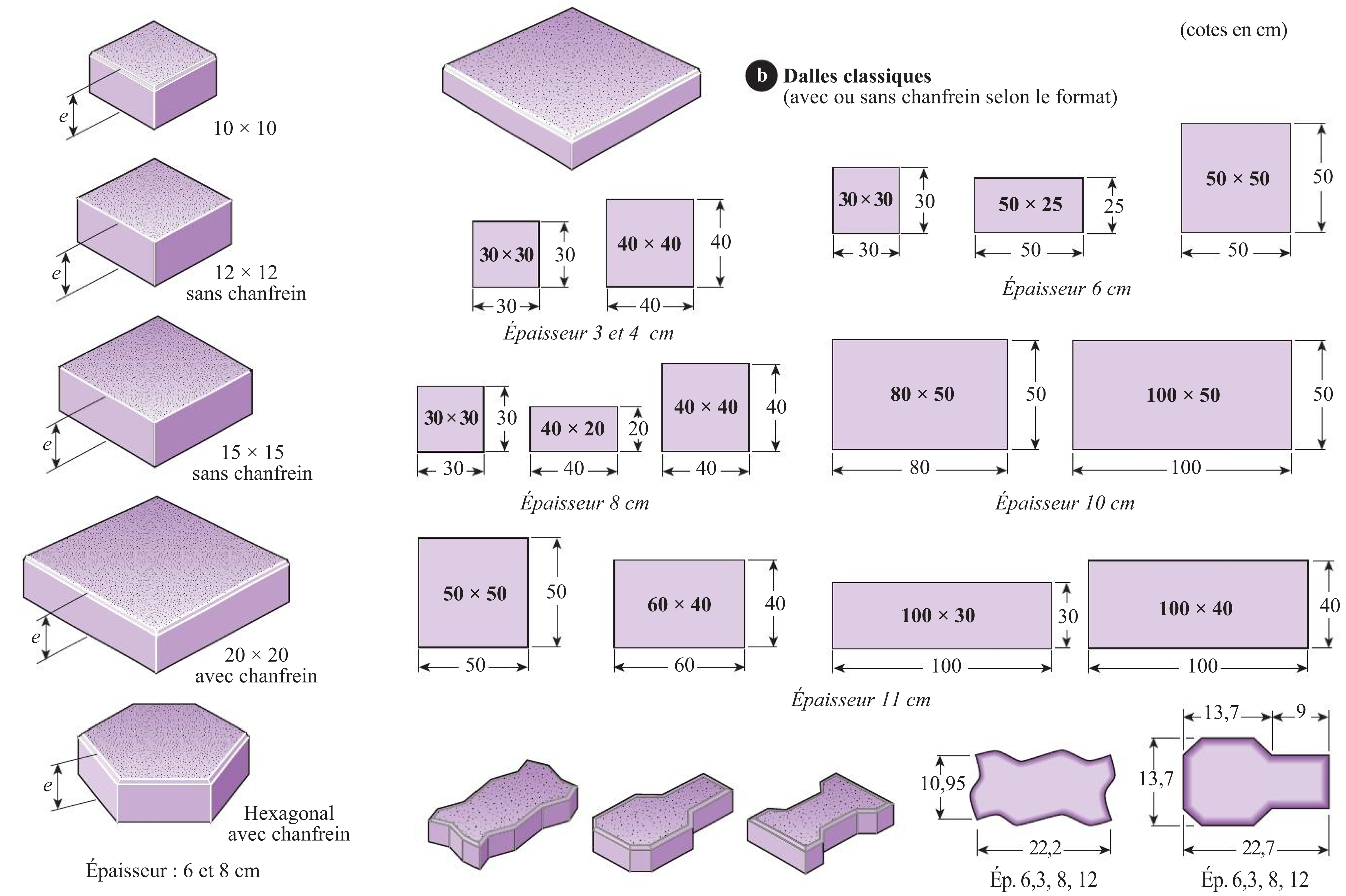
Pose en panneau | Pose à joints croisés | Pose en losange | Pose parallèle à joints croisés



Pose diagonale à joints croisés | Pose à joints décalés de bandes de largeur différente | Pose en arc de cercle | Pose en chevron

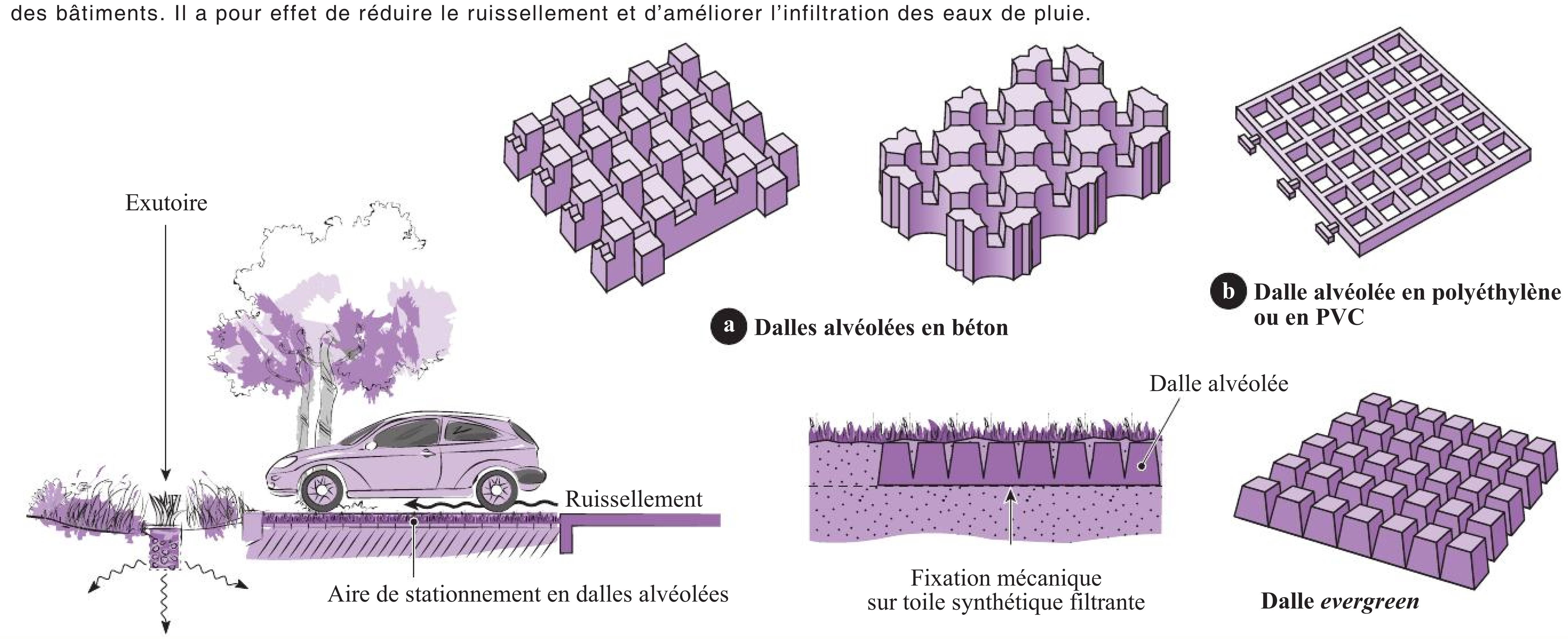
Pavés et dalles en béton

Les pavés et dalles en béton peuvent être fabriqués avec un seul béton sur toute leur épaisseur ou avec deux bétons différents, un pour la couche de fond et un autre pour la couche de surface qui constitue le parement. Ils doivent résister aux agressions climatiques (gel/dégel, absorption d'eau), à la compression, à l'abrasion, au dérapage et à la glissance (propriété relative à l'adhérence du pied d'un piéton). Sont distingués les pavés classiques (a), les dalles classiques (b) et les pavés autobloquants à emboîtement, ou à emboîtement et épaulement (c).



Aires de stationnement végétalisées

Les aires de stationnement végétalisées sont réalisées à l'aide de dalles alvéolées en béton (a), en polyéthylène haute densité ou en PVC (b). Les vides sont remplis de terre végétale de manière à former une pelouse. Ce système permet d'augmenter la surface engazonnée aux abords des bâtiments. Il a pour effet de réduire le ruissellement et d'améliorer l'infiltration des eaux de pluie.



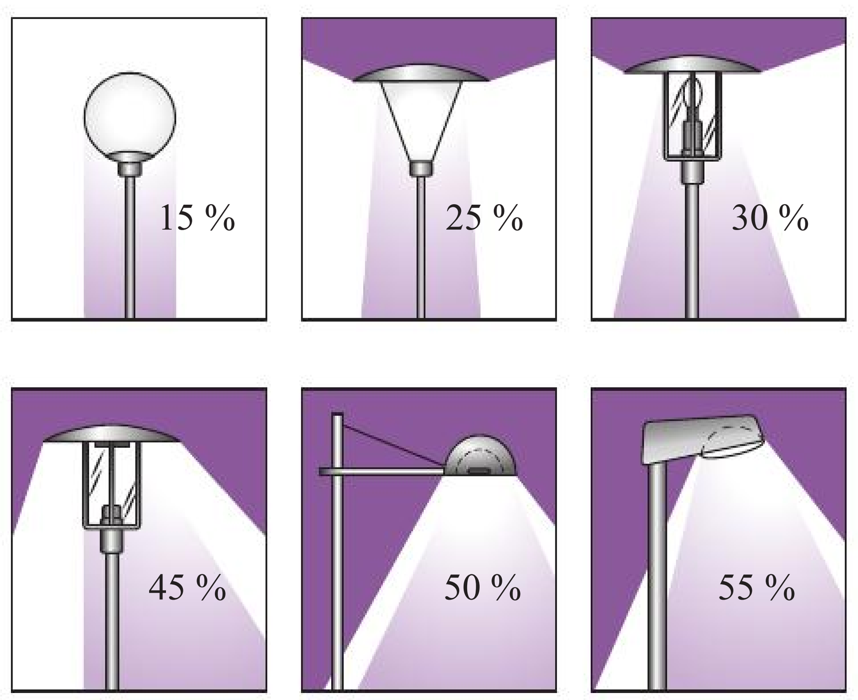
Comment ça marche

Éclairage des espaces extérieurs

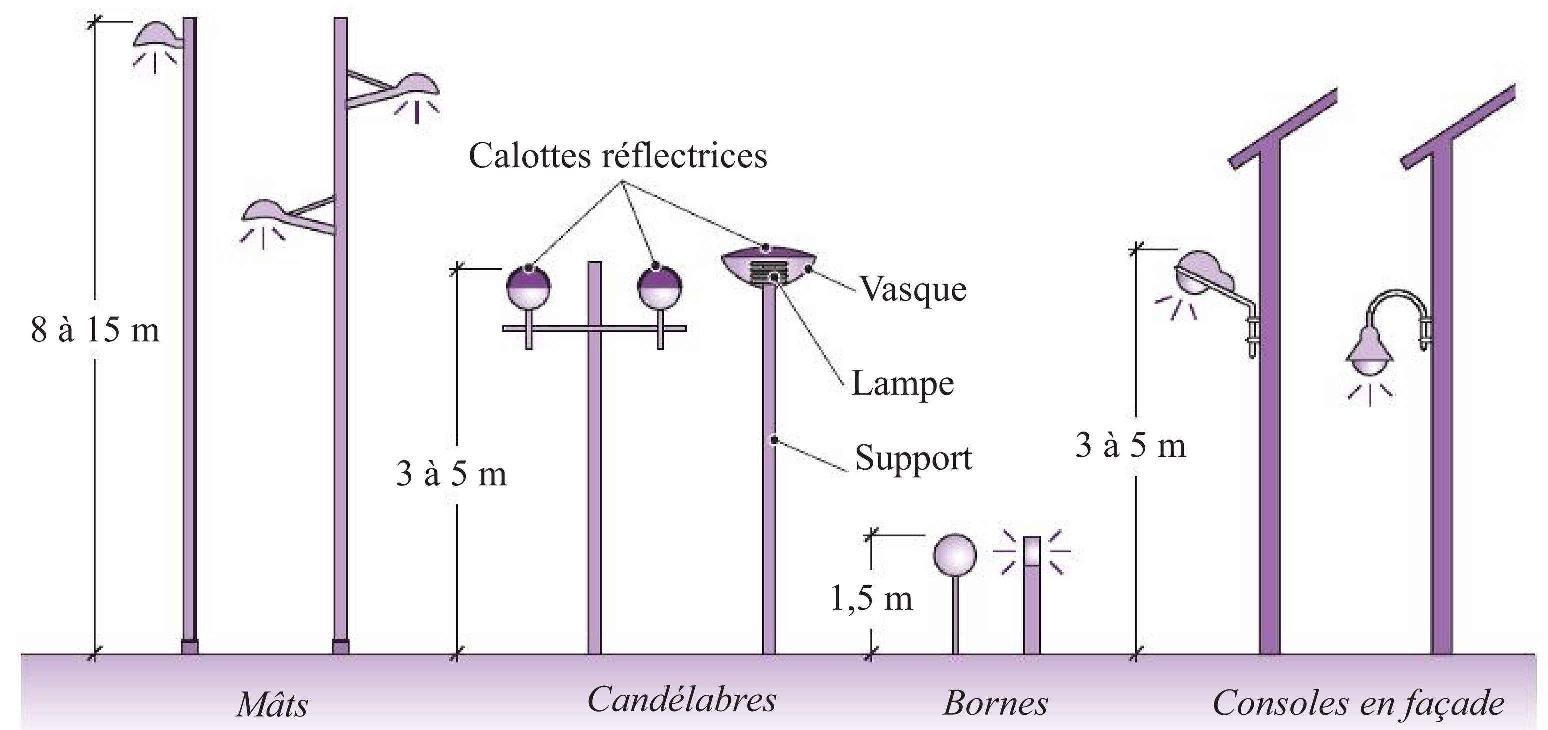
L'éclairage des espaces extérieurs publics ou privés doit répondre à des obligations liées à la sécurité des déplacements et à des fonctions d'amélioration du cadre de vie. Il joue également un rôle dans la mise en valeur de sites historiques ou touristiques, l'éclairement accru de certains lieux ou la création d'ambiances décoratives, associées aux mobilier urbain ou aux espaces verts. Il participe au développement durable en évitant les suréclairages et les effets de pollution lumineuse.

Types d'éclairages et flux lumineux

Le flux direct généré par les luminaires d'éclairage public et dirigé vers l'hémisphère supérieur (le ciel) doit être limité pour satisfaire aux critères de développement durable (a). Les luminaires destinés à l'éclairage public sont composés de corps ou de vasques intégrant des organes optiques, mécaniques et électriques permettant de recevoir une ou plusieurs lampes, fixés sur des supports (b) : mâts de grande hauteur, candélabres, bornes ou consoles destinées aux parois verticales.



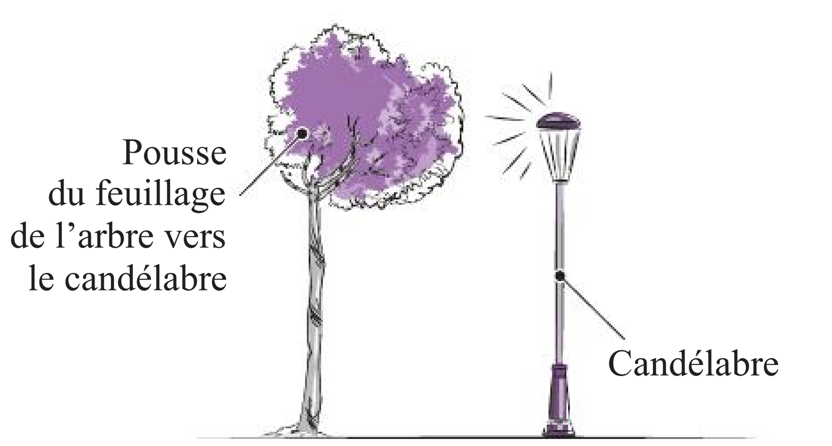
a Part utile de lumière produite par type d'éclairage



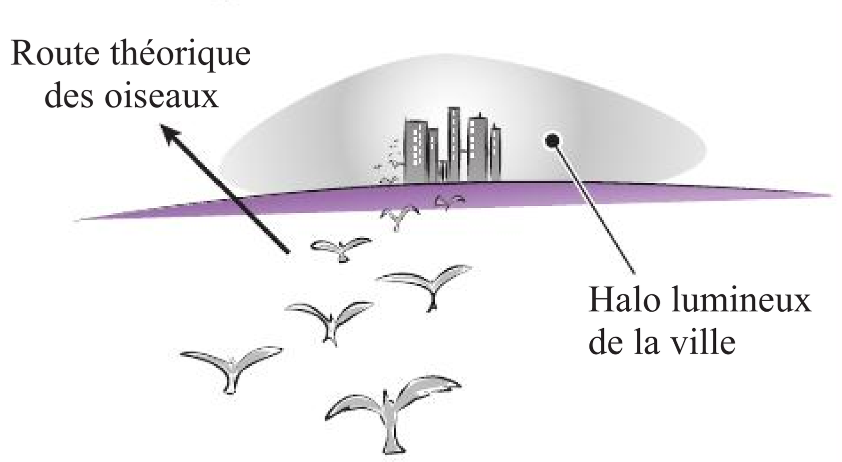
b Types de supports d'éclairage public

Pollution lumineuse

La lumière naturelle rythme les cycles de vie. Ainsi, l'éclairage modifie la croissance (a), les déplacements (b), la recherche de nourriture, la communication et la conservation des milieux naturels. L'utilisation de détecteurs de présence et de signalisations rétroréfléchissantes permet d'éviter le suréclairage et la pollution lumineuse.



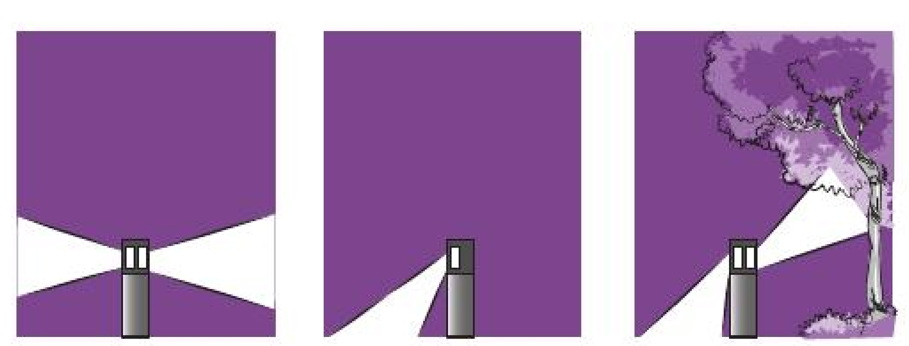
a Impact sur le feuillage



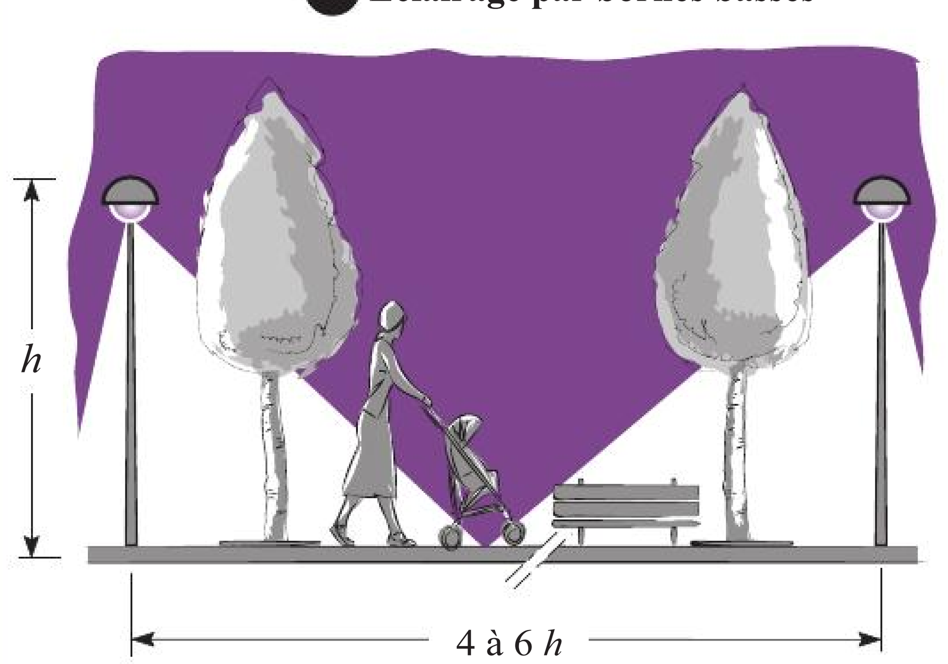
b Impact sur la migration des oiseaux

Éclairage des cheminements piétonniers

L'éclairage des cheminements piétonniers peut être assuré par différents types de luminaires et de supports (3 m ≤ h ≤ 5 m) : bornes basses (a), candélabres (b), balisages, consoles ou projecteurs. La sécurité du parcours est prioritaire, mais l'éclairage doit également satisfaire le confort visuel et créer une ambiance. La position et l'éclairement des points lumineux doivent prendre en compte les difficultés des personnes en situation de handicap (c).



a Éclairage par bornes basses



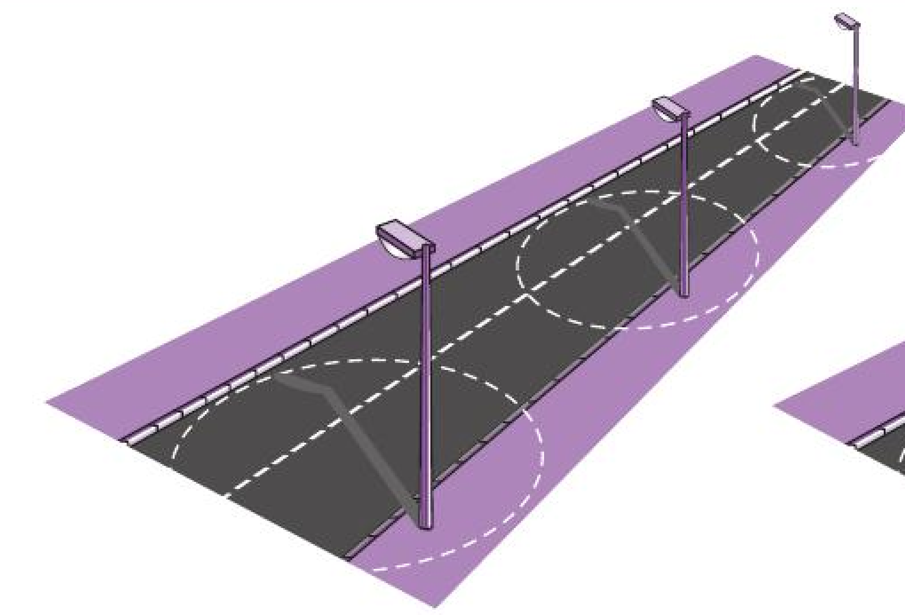
b Éclairage par candélabres



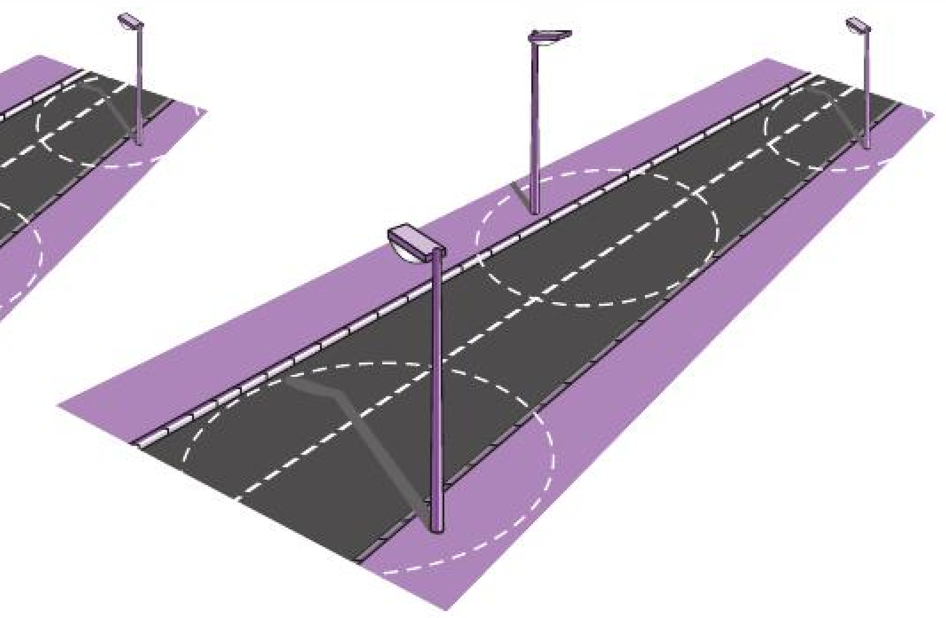
c Cheminements accessibles

Éclairage de la voirie

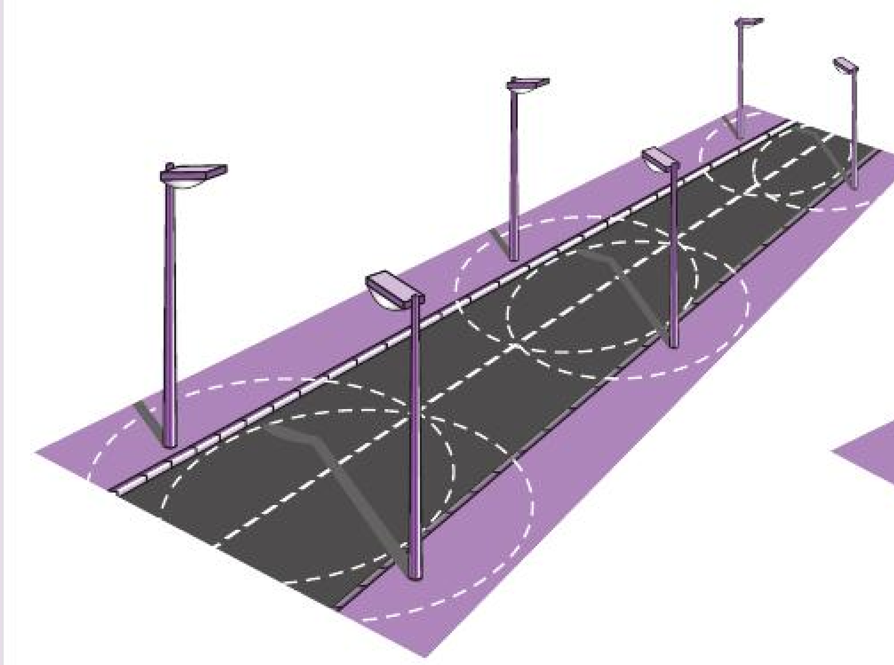
L'implantation des luminaires sur la voirie peut être unilatérale (a), bilatérale en quinconce (b), bilatérale en vis-à-vis (c), axiale (d) ou rétrobilatérale (e). Le projet d'éclairage doit apporter confort et sécurité aux automobilistes tout en répondant aux exigences des différentes perceptions visuelles. L'implantation est déterminée en fonction du type de voirie et de la largeur de la chaussée affectée à la circulation et au stationnement. L'espace entre luminaires doit assurer l'uniformité longitudinale de luminance, sauf s'il s'agit d'un éclairage de jalonnement. La saillie du luminaire ne doit pas réduire la visibilité de la bordure des trottoirs.



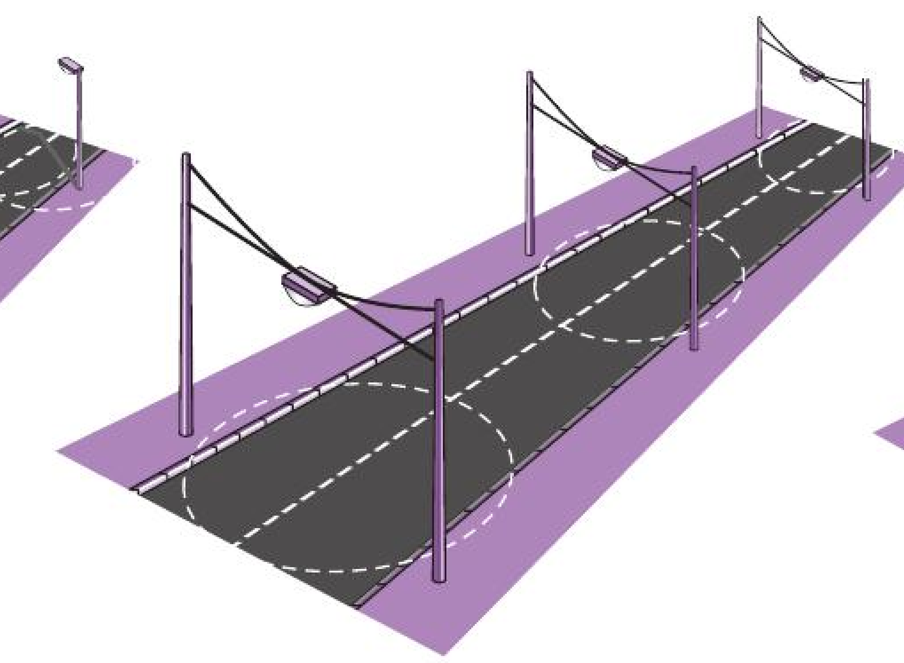
a Implantation unilatérale



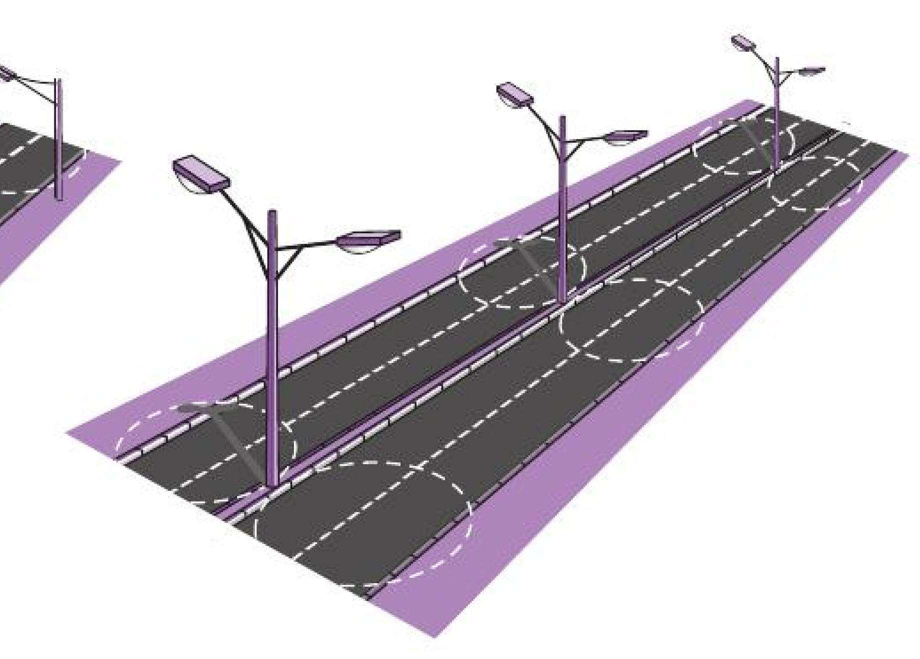
b Implantation bilatérale en quinconce



c Implantation bilatérale en vis-à-vis



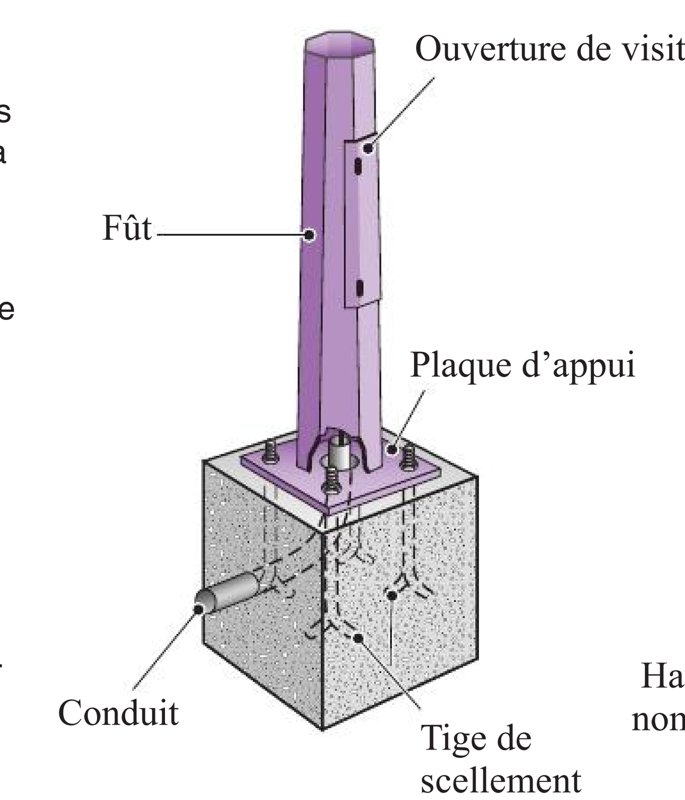
d Implantation axiale



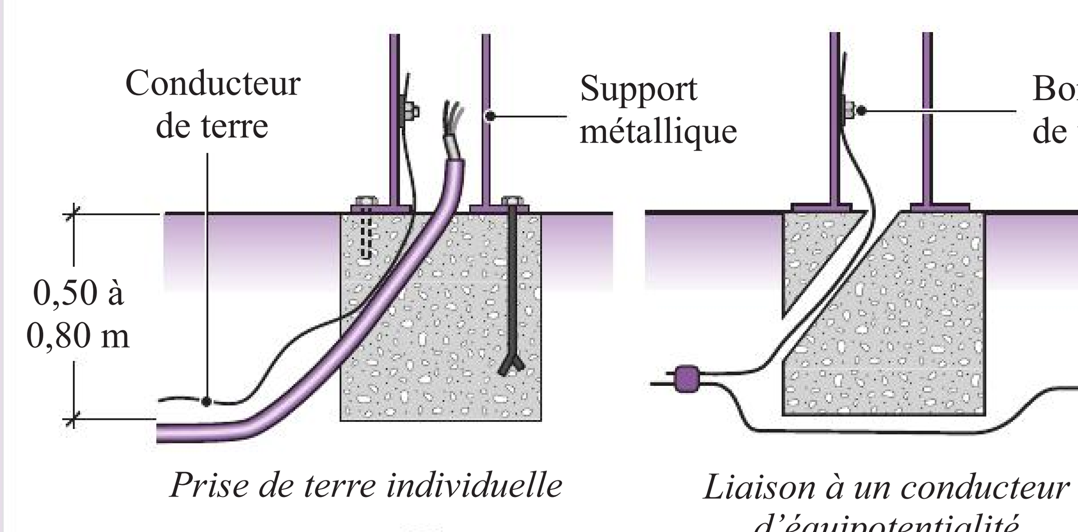
e Implantation rétrobilatérale

Dispositions constructives et terminologie d'un candélabre

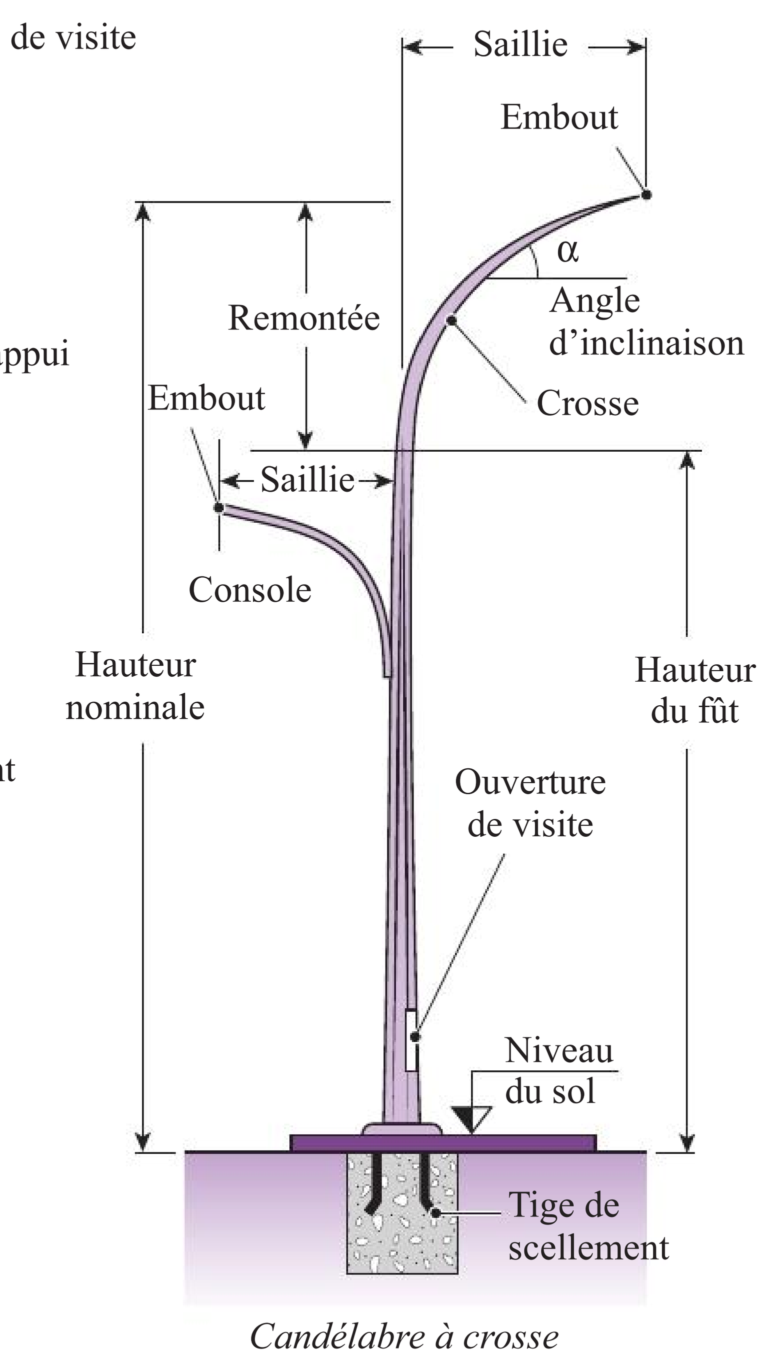
Les dimensions des massifs (a) sont déterminées en fonction de la hauteur, du poids des appareils et de la nature du sol. Associée à une coupure automatique de l'alimentation, la mise à la terre protège contre les contacts indirects (b). L'isolation principale des parties actives assure la protection contre les contacts directs. Une ouverture de visite (c), située à 50 cm de la base du candélabre, permet l'accès aux équipements électriques et à la borne de mise à la terre. Les lampes à décharge (d) sont gérées par un auxiliaire d'alimentation (ballast) qui limite le courant à la valeur requise par la lampe. Les lampes à sodium haute pression sont les plus utilisées.



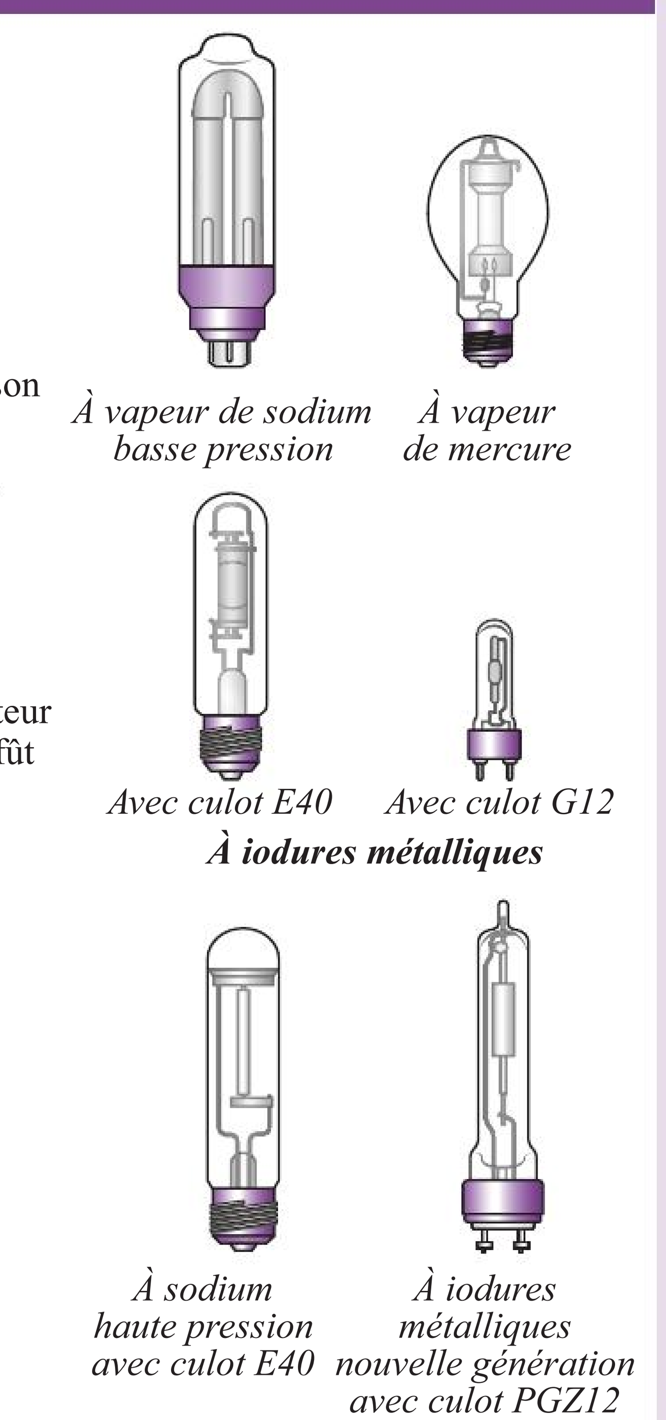
a Massif de scellement



b Mise à la terre



c Éléments d'un candélabre



d Lampes à décharge

Comment ça marche

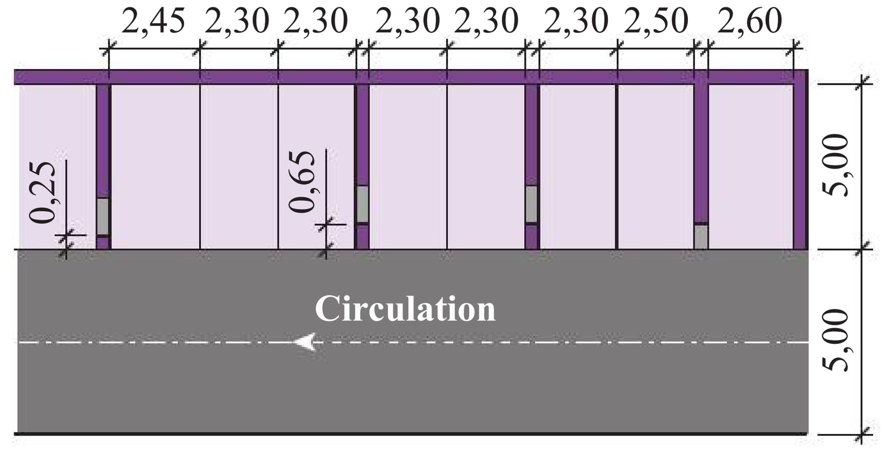
Aires de stationnement

Les places de stationnement aux abords des bâtiments doivent être en nombre suffisant. Leurs dimensions sont adaptées aux différents types de véhicules. Certaines places peuvent être réservées à un type d'usagers et d'usages (personnes en situation de handicap, livraisons, etc.). Les aires de stationnement doivent résister au trafic supporté ; leur structure, leur revêtement et leur dimensionnement sont réalisés en conséquence.

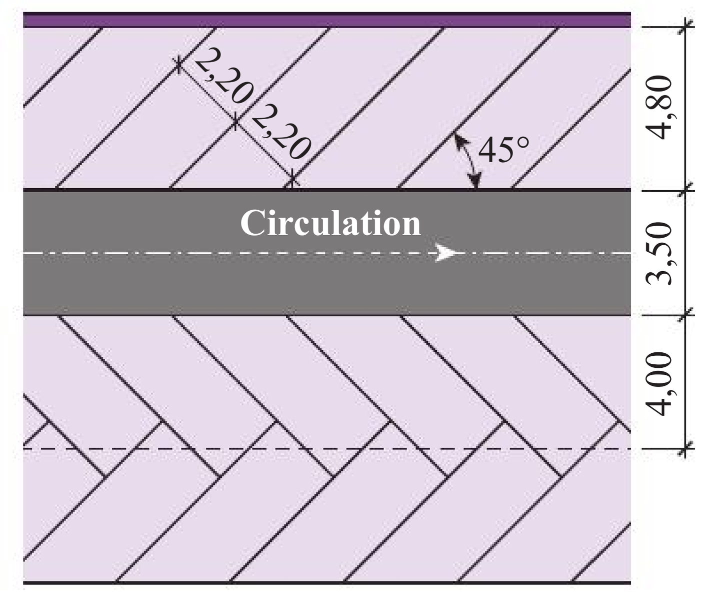
Stationnement de véhicules légers

Les dimensions des places de stationnement de véhicules légers varient en fonction de l'angle de rangement par rapport à l'axe de la circulation. Pour accroître le confort d'usage, il est recommandé que la largeur des places soit légèrement supérieure à la norme. Ces dimensions doivent être augmentées si des obstacles (poteaux, voiles, etc.) se situent de part et d'autre. Les poteaux situés en retrait à moins de 0,65 m de la voie de circulation entraînent une augmentation de la largeur de la place de stationnement.

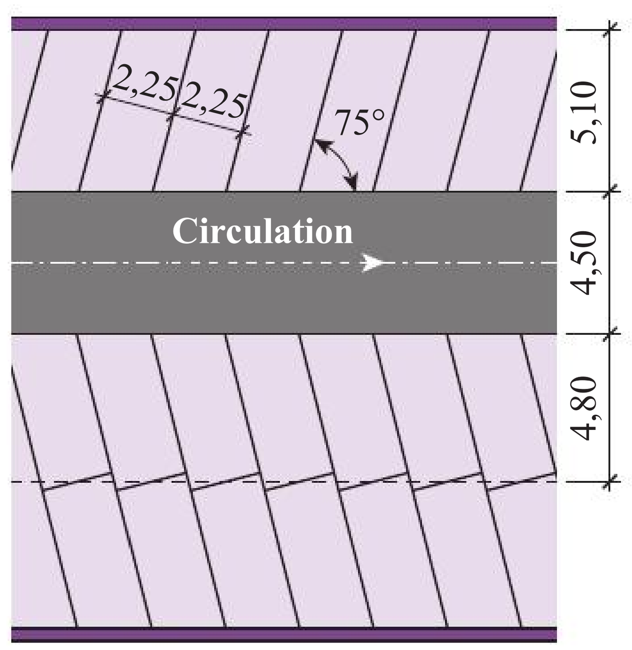
(cotes en m)



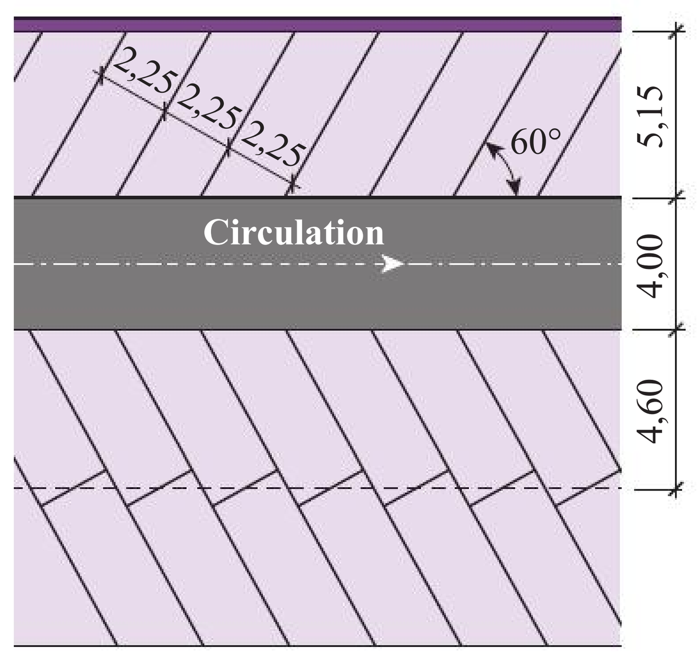
Stationnement à 90°



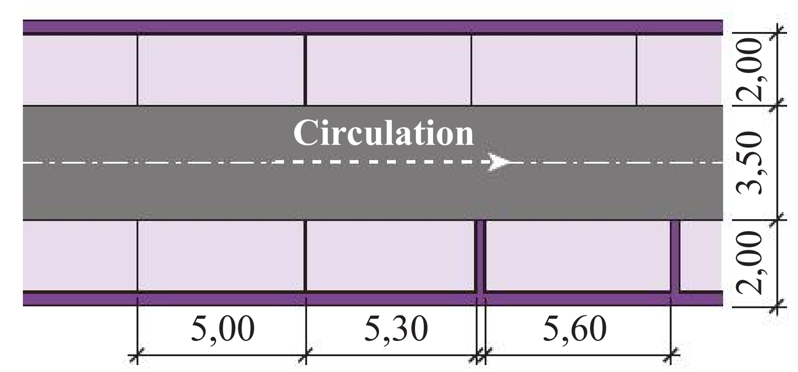
Stationnement à 45°



Stationnement à 75°



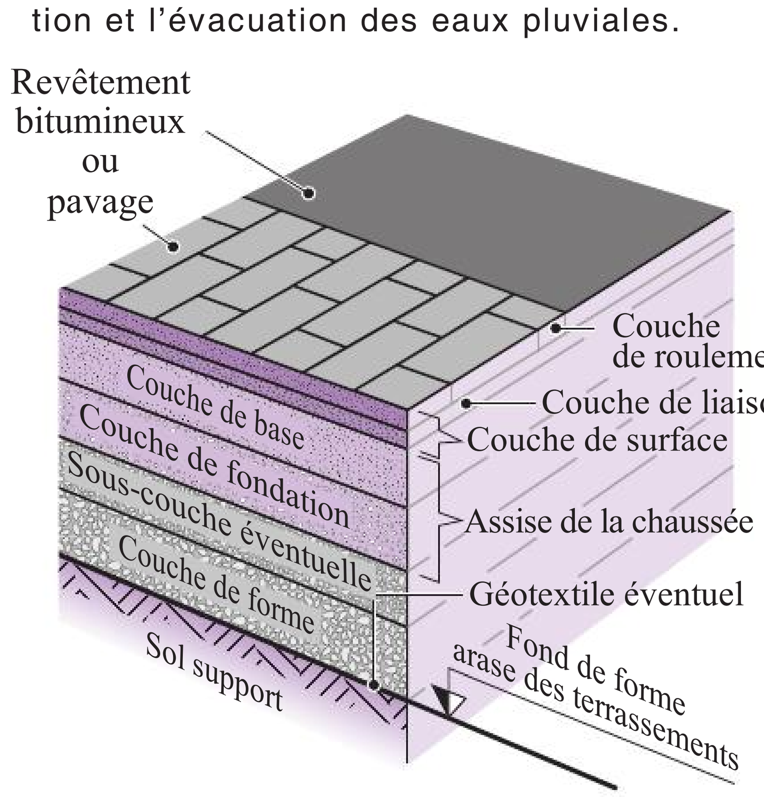
Stationnement à 60°



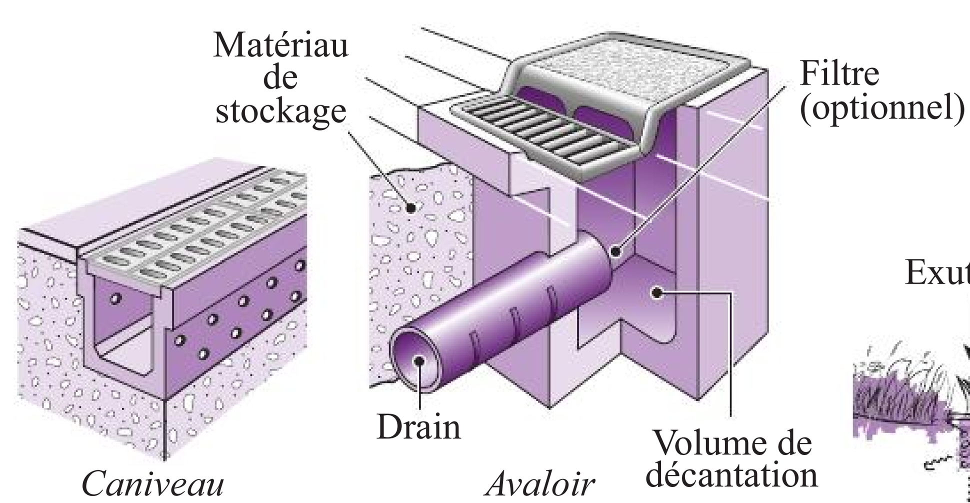
Stationnement longitudinal

Structure, revêtement et drainage des aires de stationnement

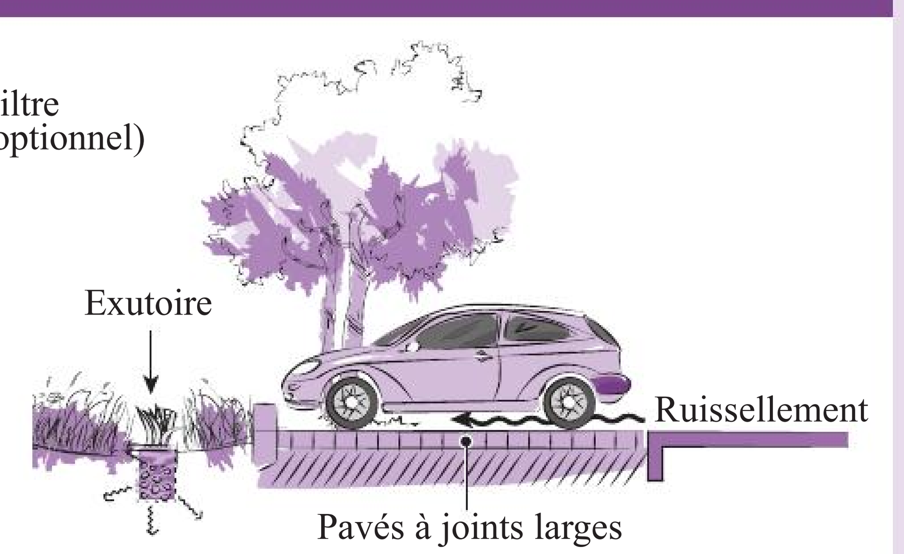
La structure multicouche et le revêtement des aires de stationnement (a) dépendent de leur localisation, de leur destination et du trafic qu'elles supportent. Des caniveaux et avaloirs (b), des revêtements perméables (c) ou des tranchées et fossés drainants (d) assurent la récupération et l'évacuation des eaux pluviales.

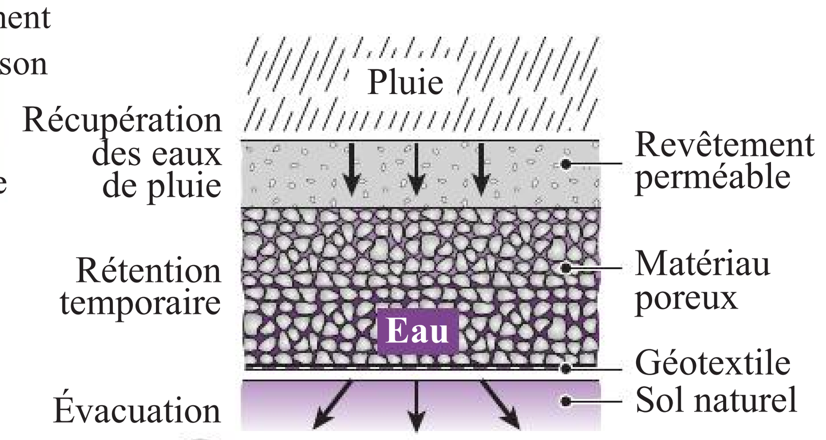


a Structure et revêtement

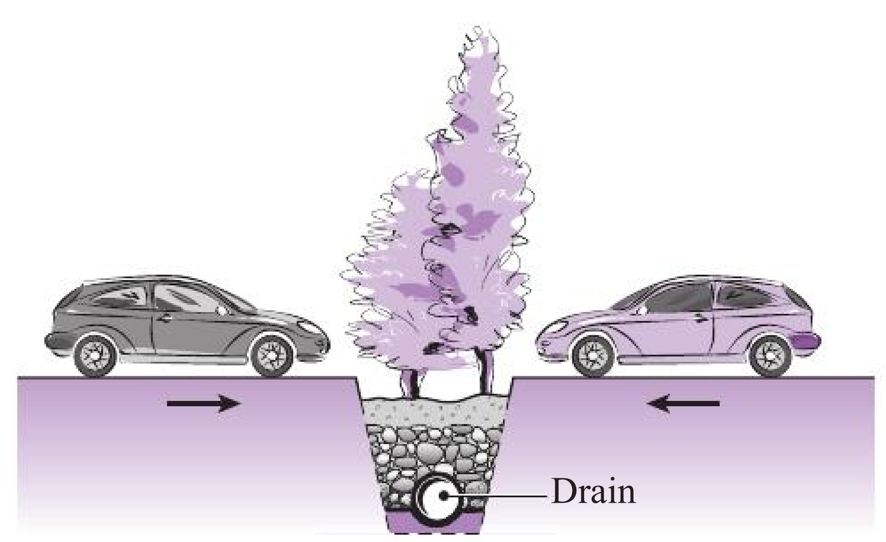


b Caniveau et avaloir pour revêtements imperméables





c Revêtement perméable avec évacuation drainante

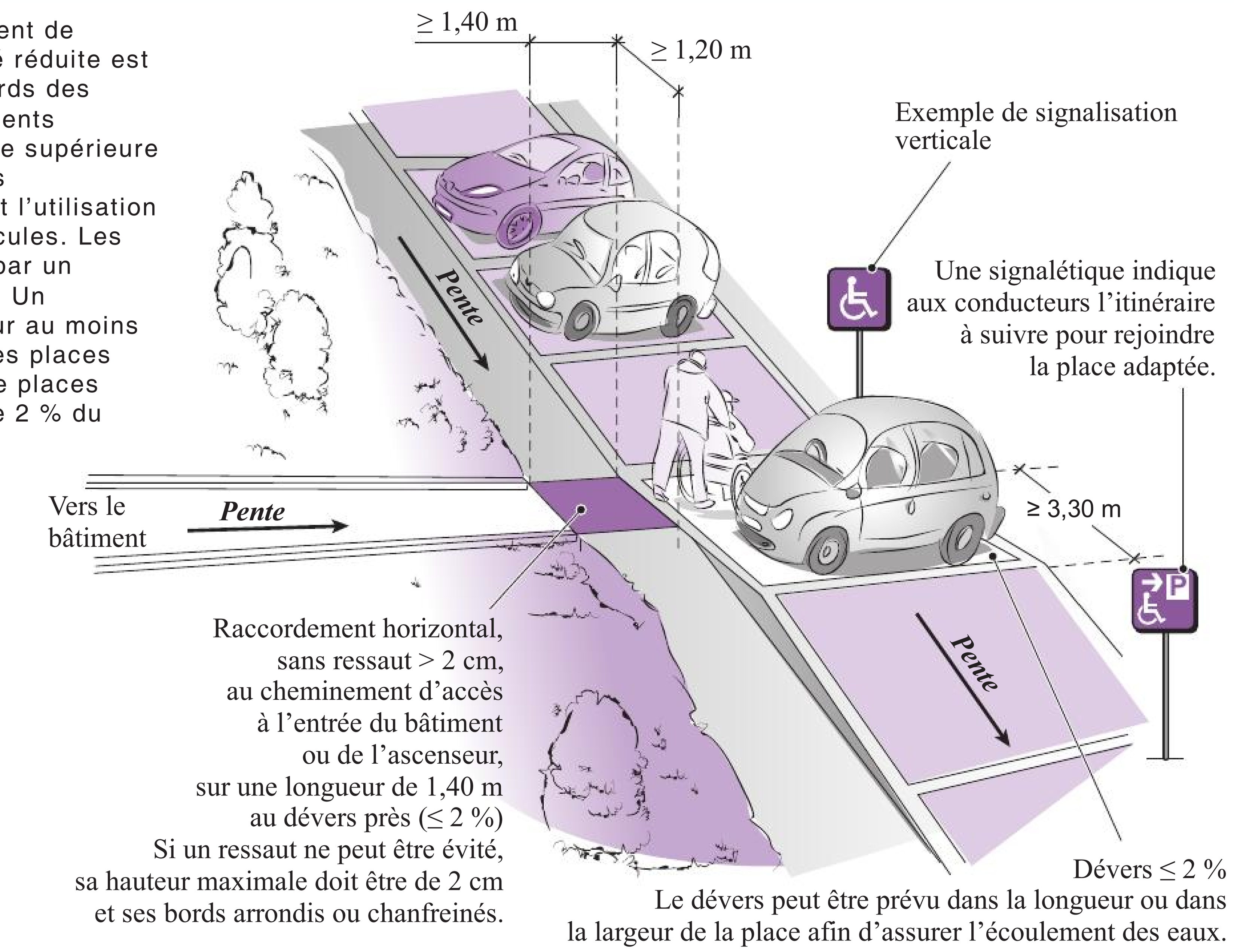


d Tranchées et fossés drainants

Prise en compte de l'accessibilité

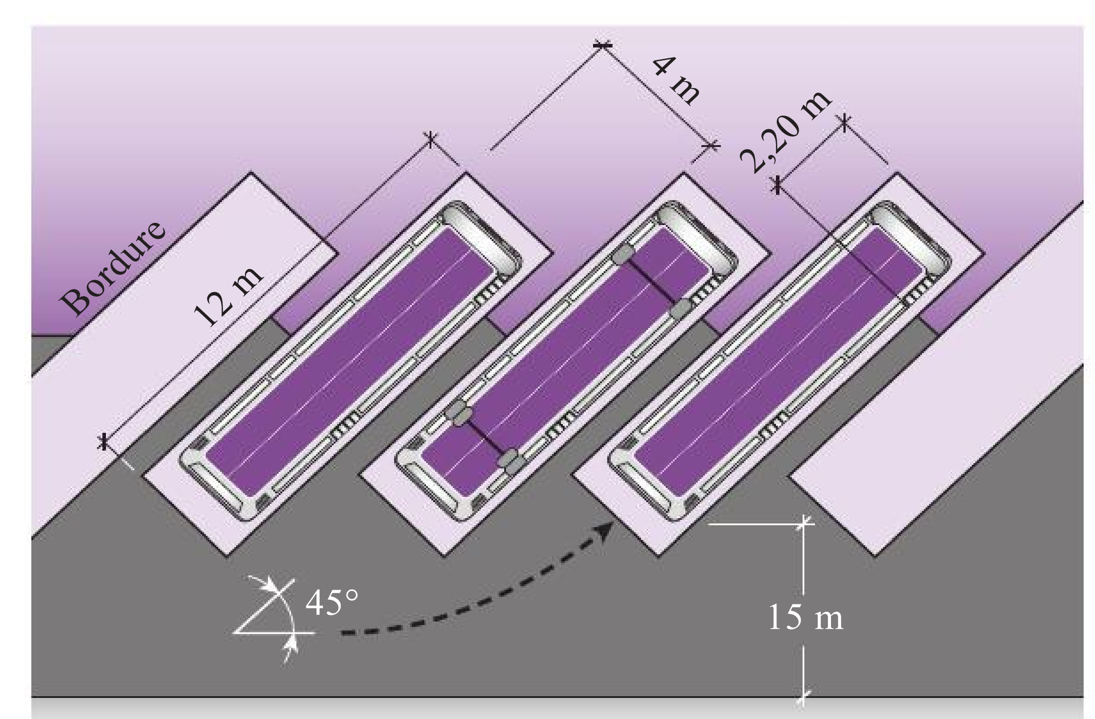
La mise à disposition de places de stationnement de 2,50 × 5 m réservées aux personnes à mobilité réduite est obligatoire, aussi bien sur la voirie qu'aux abords des bâtiments d'habitation ou des ERP (établissements recevant du public). Une bande d'accès latérale supérieure à 0,80 m doit être prévue le long de ces places aménagées. Une surlongueur de 1,20 m permet l'utilisation de rampes pour la sortie par l'arrière des véhicules. Les emplacements réservés doivent être signalés par un marquage au sol et une signalisation verticale. Un cheminement pour fauteuil roulant d'une largeur au moins égale à 0,80 m doit être aménagé pour relier les places adaptées aux accès du bâtiment. Le nombre de places adaptées et réservées doit être au minimum de 2 % du nombre de places prévues pour le public.

	Éclairage des places de stationnement adaptées
50 lux	Circulation piétonne du parc de stationnement couvert ou non
20 lux	Circulation piétonne d'un parc de stationnement couvert ou non pour les ERP
20 lux	En tout point du parc de stationnement

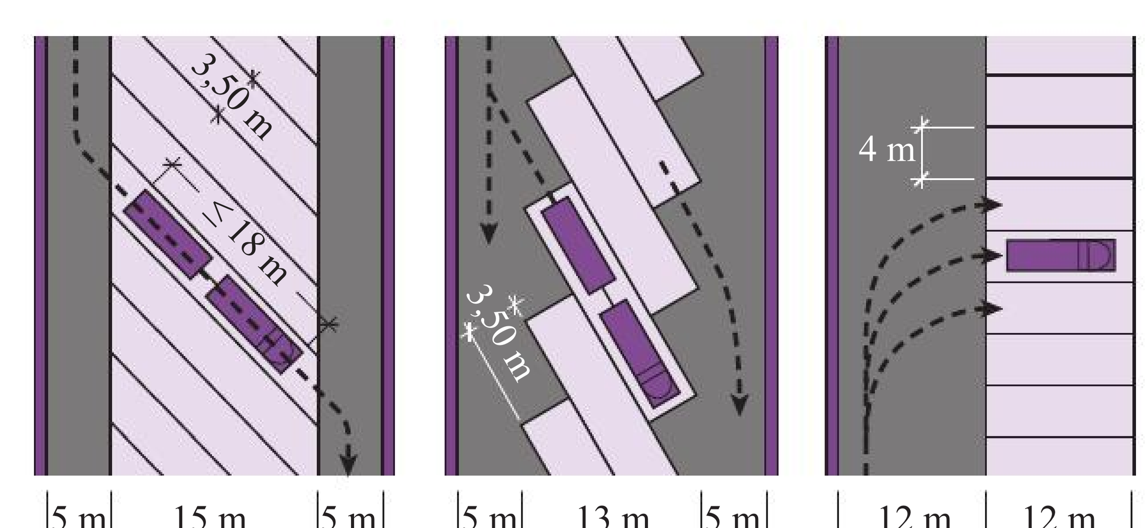


Stationnement de bus et poids lourds

Les places de bus et poids lourds sans remorque doivent avoir une dimension de 4 × 12 m pour un angle de rangement de 45° (a). Les variantes (b) doivent tenir compte des dimensions du véhicule en ligne droite, en virage et à l'entrée ou à la sortie du parking.



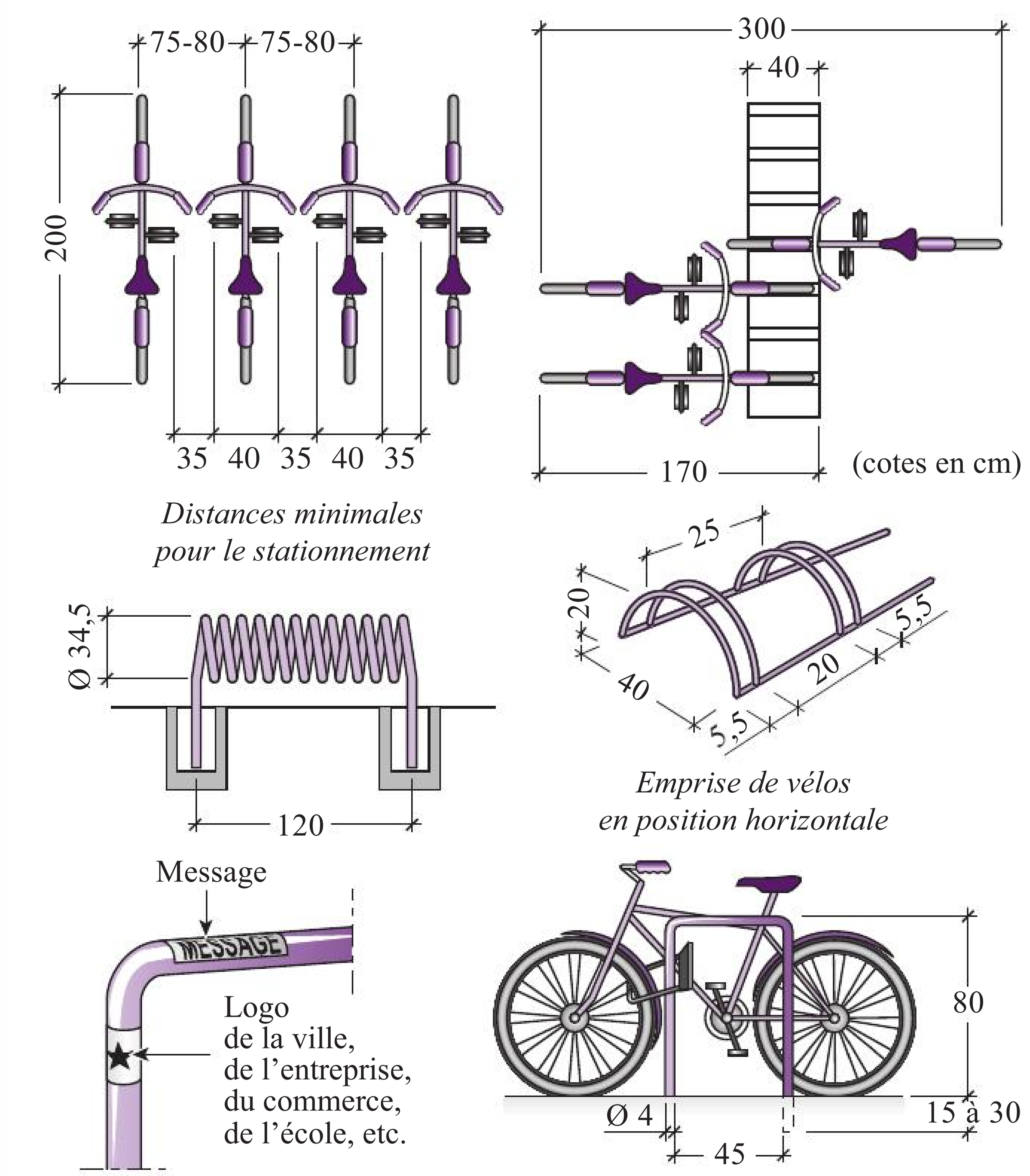
a Dimension des aires de stationnement des bus et poids lourds



b Variantes pour camions et camions avec remorques

Stationnement de vélos

Les bâtiments neufs à usage d'habitation regroupant au moins 2 logements et les bâtiments à usage de bureaux disposant d'un parc de stationnement réservé aux salariés doivent être équipés d'espaces réservés au stationnement sécurisé de vélos.



Exemples de dispositifs de stationnement

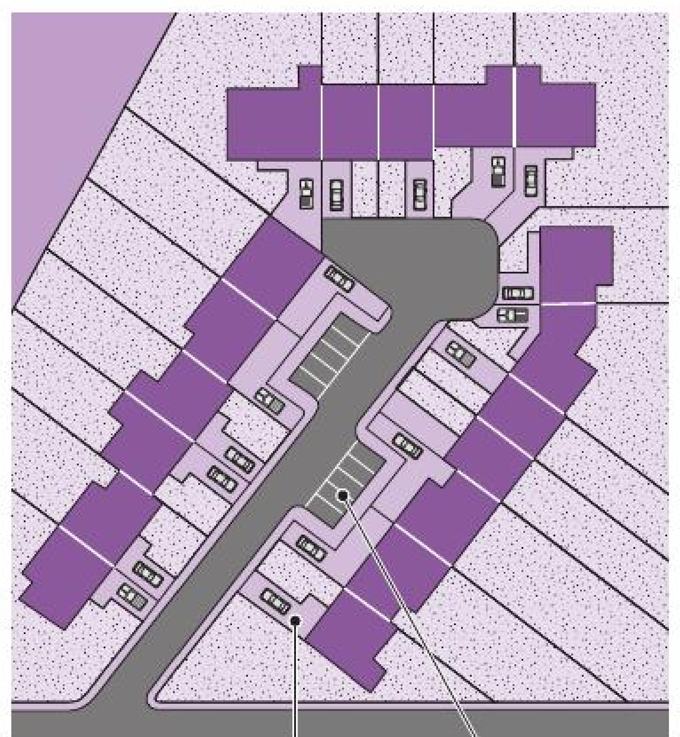
Comment ça marche

Garages des maisons individuelles

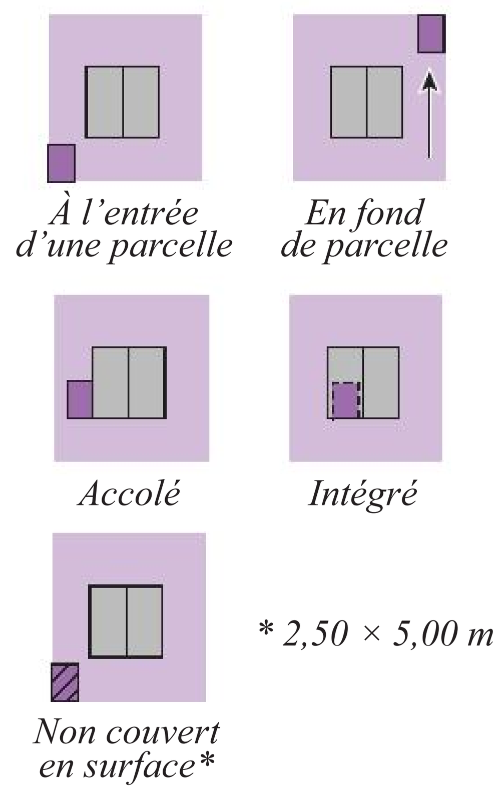
Un garage est un espace privé destiné à abriter des véhicules. Lorsqu'il est accolé à une maison individuelle, il est souvent également utilisé comme espace de rangement ou comme atelier. Si sa superficie est suffisante, il peut être cloisonné pour créer un cellier, une buanderie, etc. Les places couvertes (carports) sont économiques et protègent les véhicules des cycles de condensation en hiver. Leur côté le plus exposé aux intempéries peut être fermé.

Implantation des garages

Les règles d'urbanisme peuvent exiger l'aménagement d'aires de stationnement sur une propriété privée (a). Ces aires ne sont pas considérées comme surface de plancher, qu'elles soient ouvertes ou fermées, couvertes ou non. Les garages peuvent être accolés ou intégrés à l'habitation, ou implantés de manière indépendante sur le terrain (b). Lorsque le garage est accolé à la construction (c), il est possible d'implanter la gaine technique du logement (GTL) à proximité de la porte de service communiquant avec l'habitation.



a **Aires de stationnement dans un lotissement**



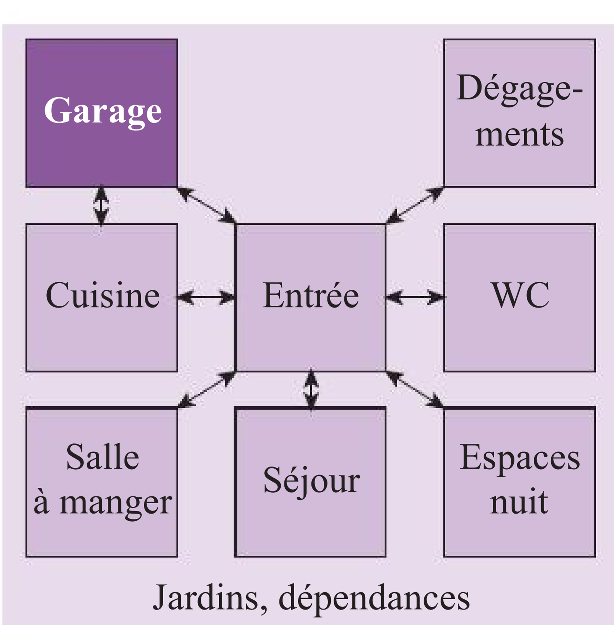
b **Exemples d'implantation**



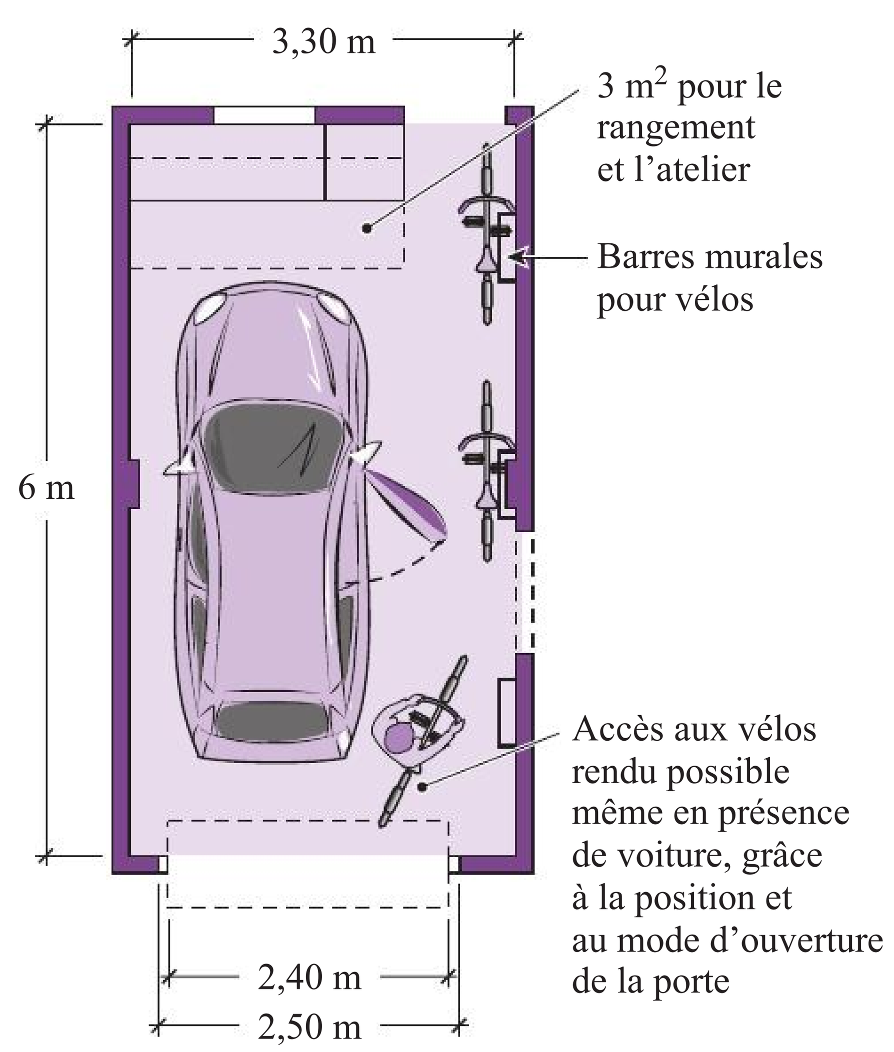
c **Garage accolé à une maison individuelle**

Caractéristiques des garages individuels

Le garage peut être relié à l'entrée ou à la cuisine par une porte de service (a). Son implantation est choisie de préférence au nord. Ses dimensions (b) doivent tenir compte de l'augmentation éventuelle de la taille du véhicule ainsi que du rangement de vélos, de matériel de jardinage ou de bricolage.



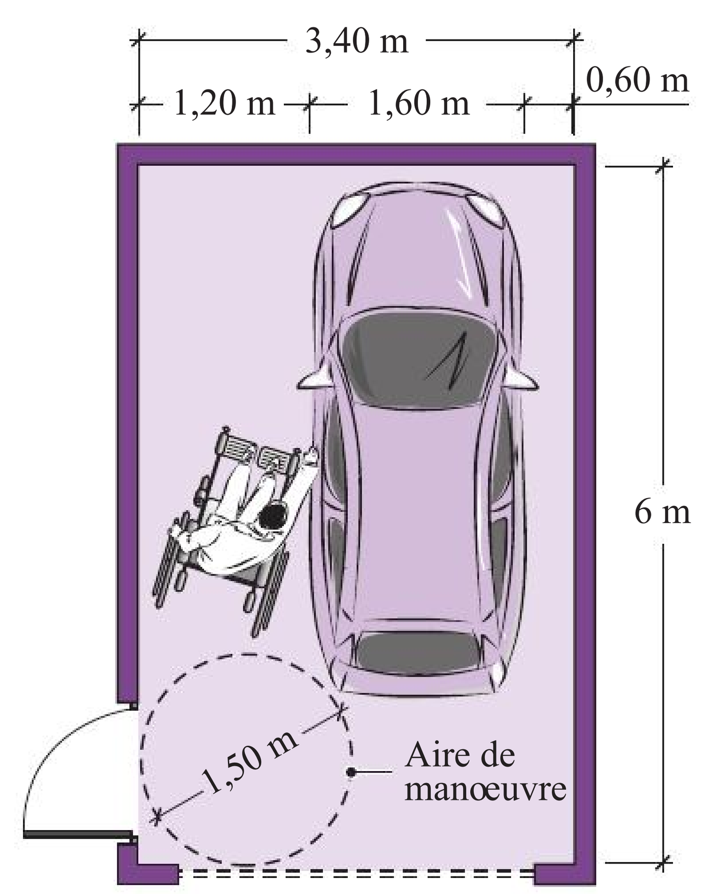
a **Liaisons fonctionnelles avec l'habitation**



b **Dimensions d'un garage pour une voiture**

Garages accessibles

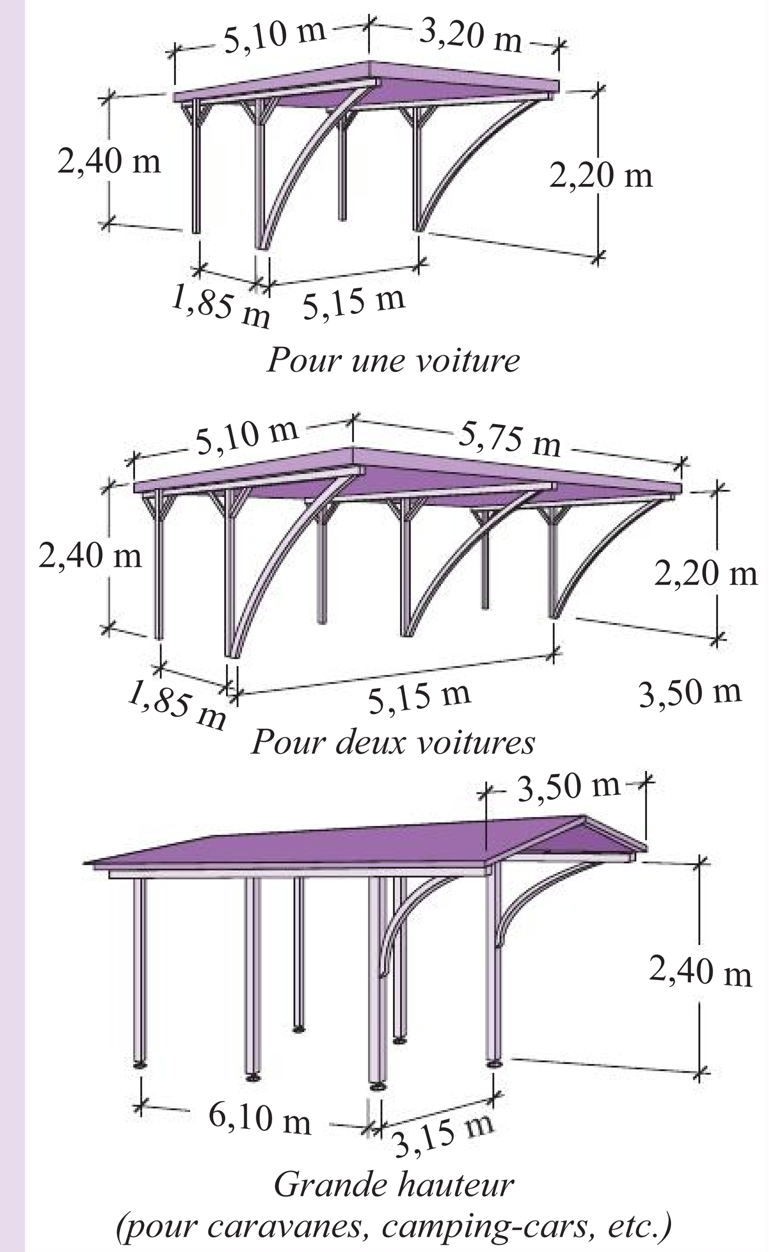
Les garages et boxes adaptés doivent avoir une largeur minimale de 3,40 m pour permettre à une personne en fauteuil roulant d'accéder à son véhicule.



Garage fermé adapté

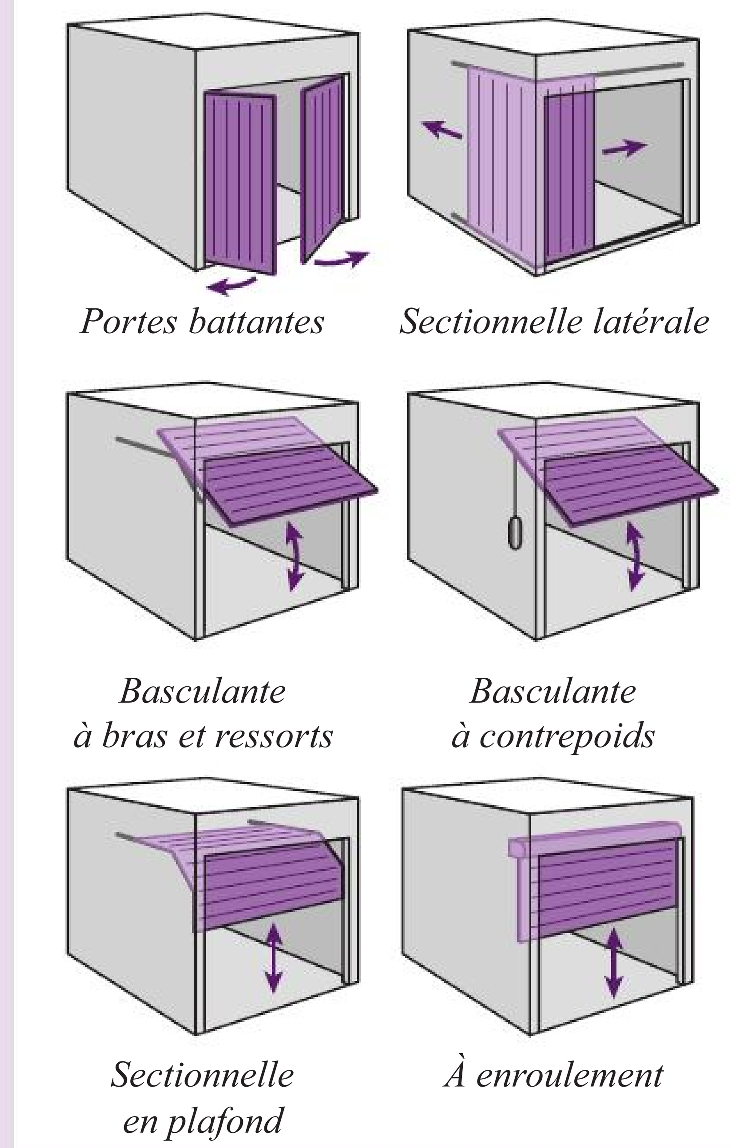
Places couvertes

Les places couvertes (carports) offrent une alternative au garage. Ils sont adossés ou autoportants.



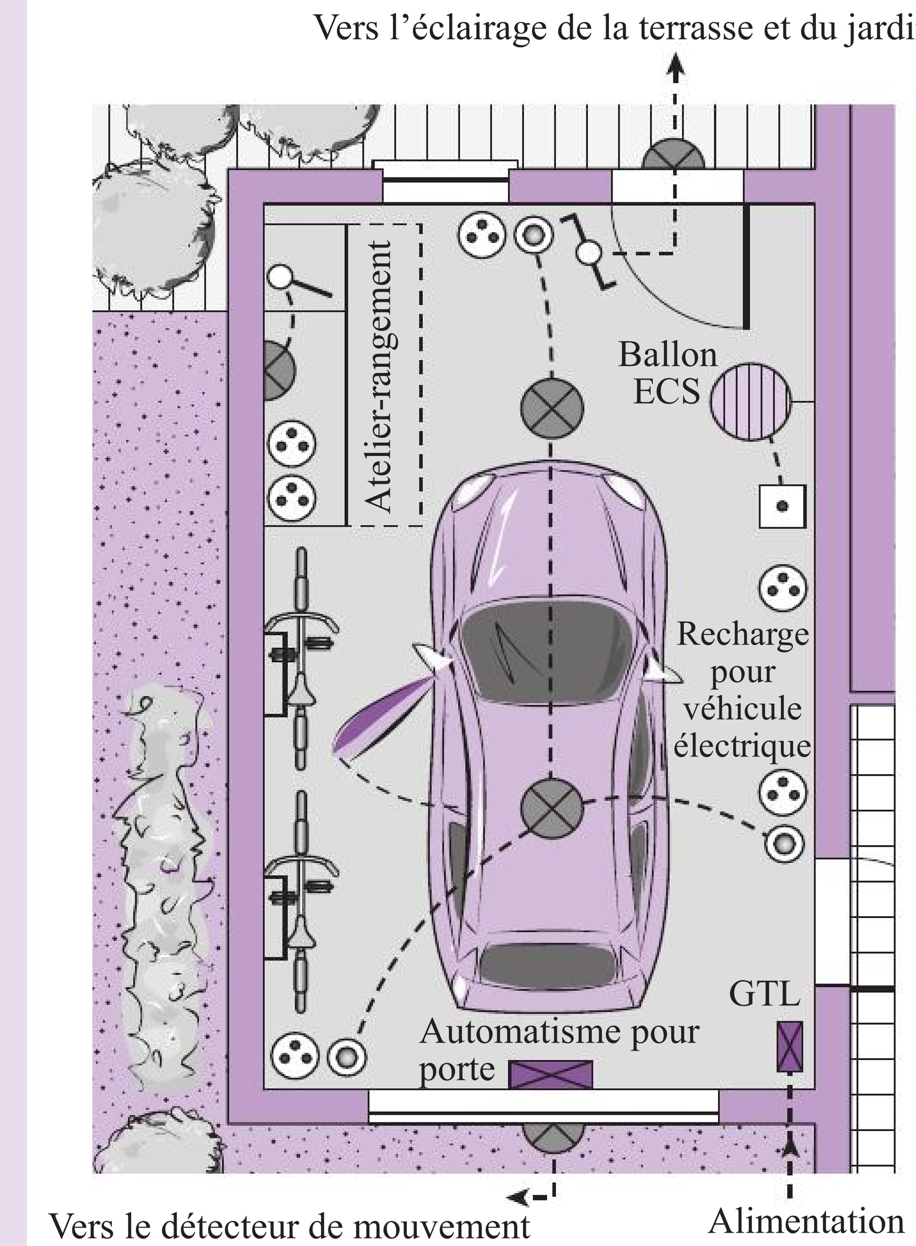
Typologie des portes

Les portes de garage s'adaptent à tout type d'ouverture et permettent une ouverture partielle. Elles doivent être résistantes à l'effraction et avoir une isolation performante.



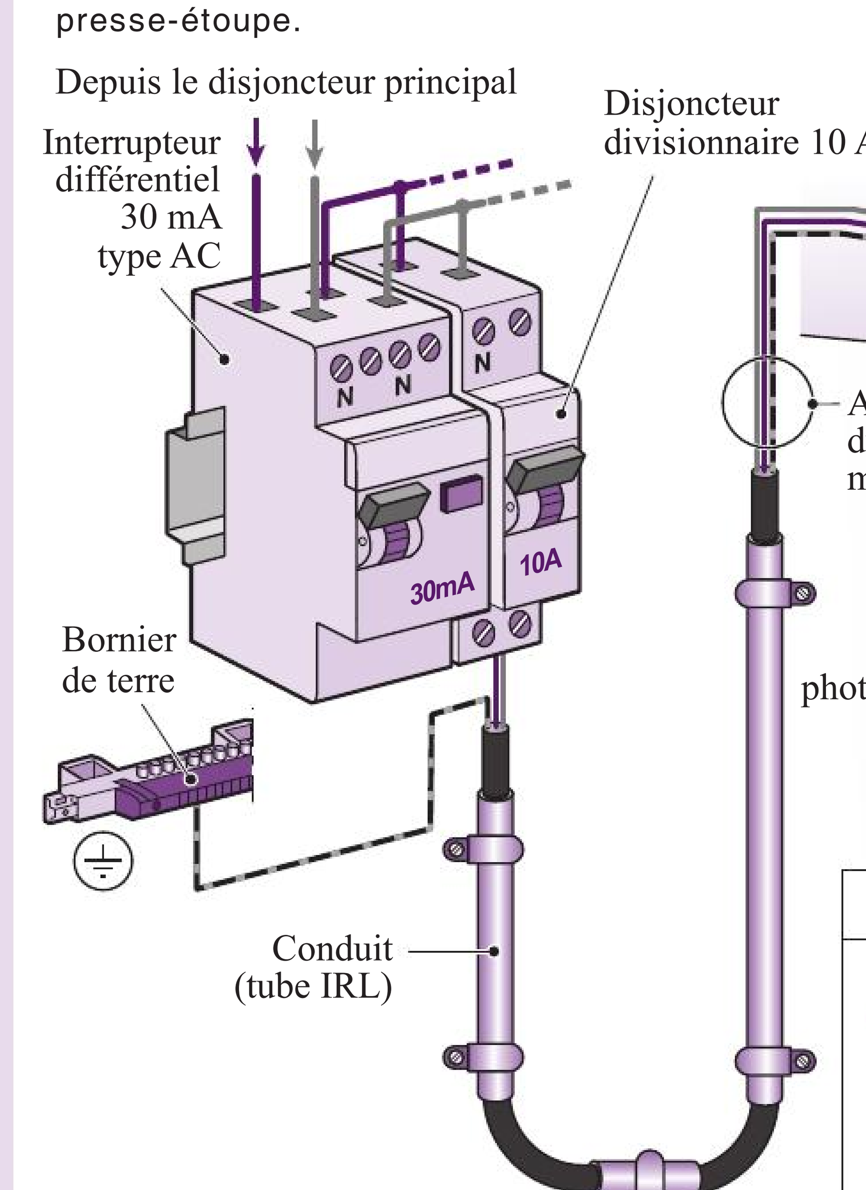
Installation électrique

La norme impose au minimum un point d'éclairage et une prise d'alimentation électrique pour les garages attenants à une habitation.

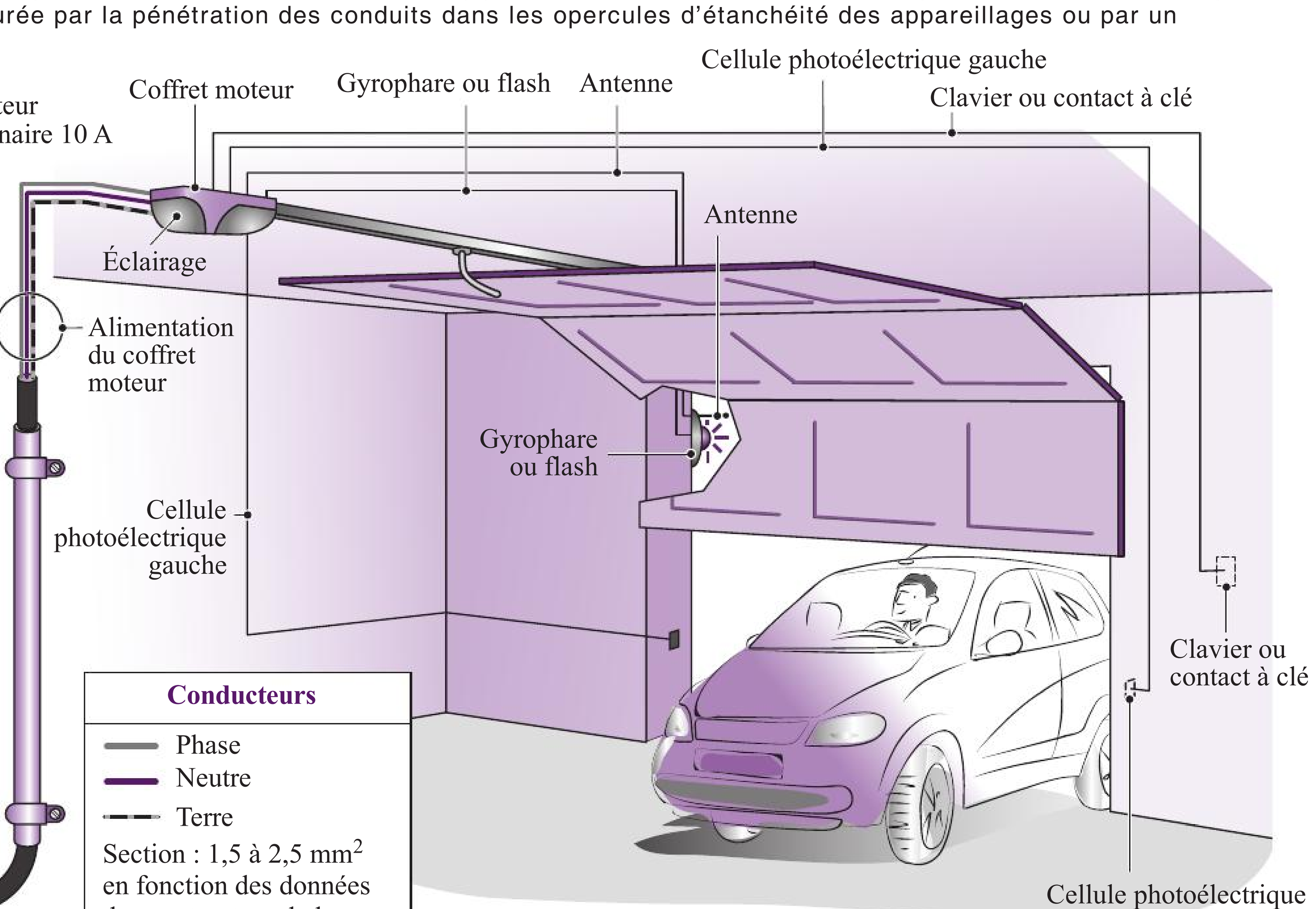


Motorisation d'une porte de garage

La motorisation d'une porte de garage basculante ou sectionnelle facilite une ouverture rapide et sans effort par télécommande. Son fonctionnement est silencieux, il peut être couplé à un éclairage automatique. La protection électrique (a) est assurée par un interrupteur différentiel de 30 mA et un disjoncteur divisionnaire 10 A. Pour éviter les accidents, la porte s'arrête automatiquement grâce à des détecteurs d'obstacles physiques (cellules photoélectriques). Un système de verrouillage automatique s'actionne en cas de tentative d'intrusion. Des tubes IRL, ICA, ICTA ou ICL assurent la protection mécanique des conducteurs et des câbles (b). La fixation aux murs est assurée par des colliers ou des lyres. L'étanchéité des raccordements est assurée par la pénétration des conduits dans les opercules d'étanchéité des appareillages ou par un presse-étoupe.



a **Protection du circuit**



b **Câblage**

Clôtures

Les clôtures délimitent les propriétés et assurent la transition avec l'extérieur (voies publiques ou privées, propriétés voisines). Elles permettent également de se préserver du bruit ou des regards indiscrets, ou de jouer le rôle de brise-vent. Cependant, elles ne sont pas obligatoires. Elles sont déconseillées dans les régions à caractère naturel ou préservé et peuvent être interdites par le règlement de certains lotissements. Elles doivent faire l'objet d'une demande préalable de travaux auprès des services techniques de la mairie.

Clôtures maçonnées

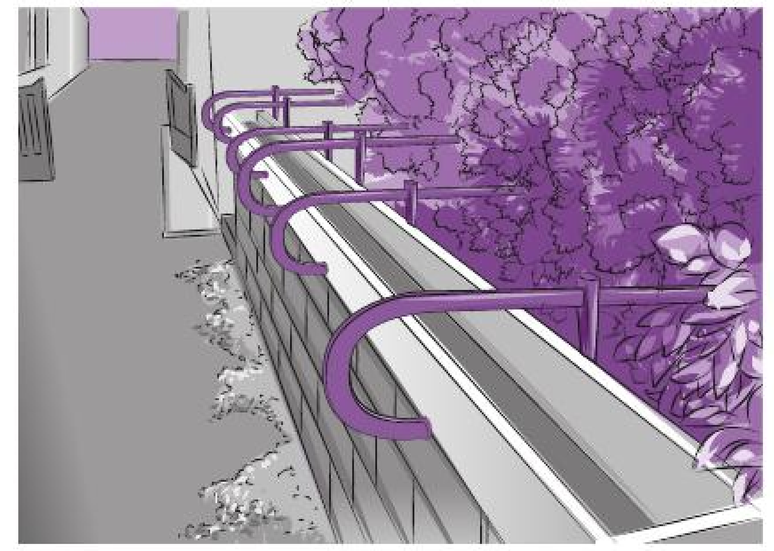
Les clôtures maçonnées sont réalisées à partir d'éléments préfabriqués en plaques de béton (a), d'éléments modulaires enduits (parpaings, briques, etc. (b)) ou de maçonnerie (pierres appareillées, etc.). Un couronnement en partie supérieure (c), qui peut être coulé en place (d), permet d'éviter la dégradation par les eaux pluviales. Les appareillages des éléments modulaires créent des motifs décoratifs (e).



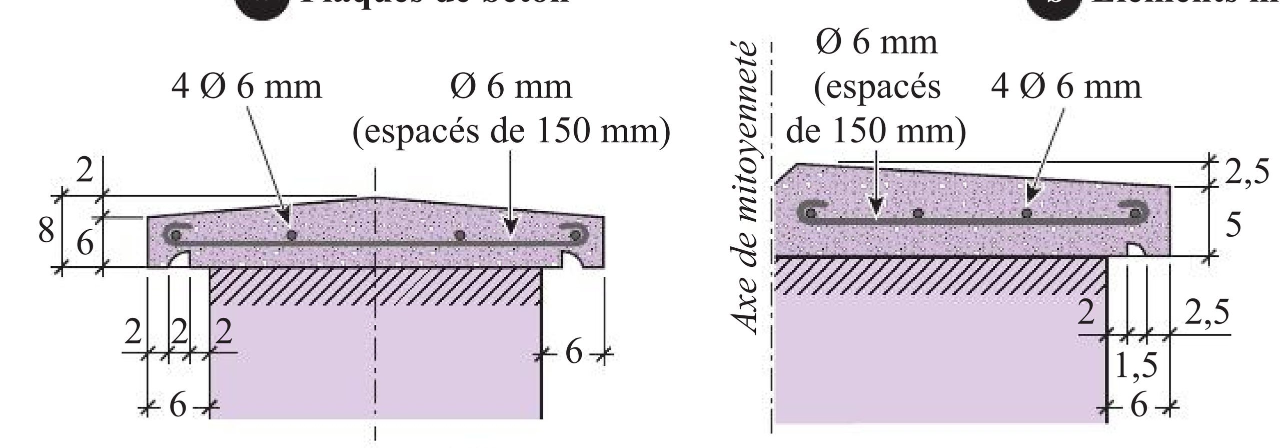
a Plaques de béton



b Éléments modulaires

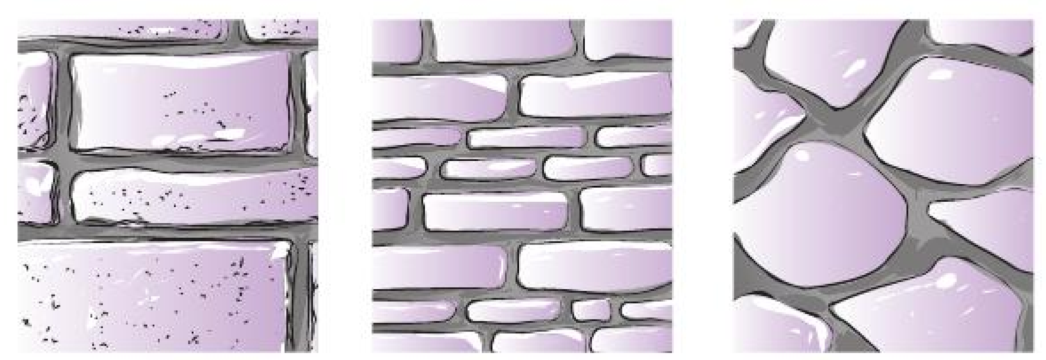


d Coffrage du couronnement



(cotes en cm)

c Couronnements des murs



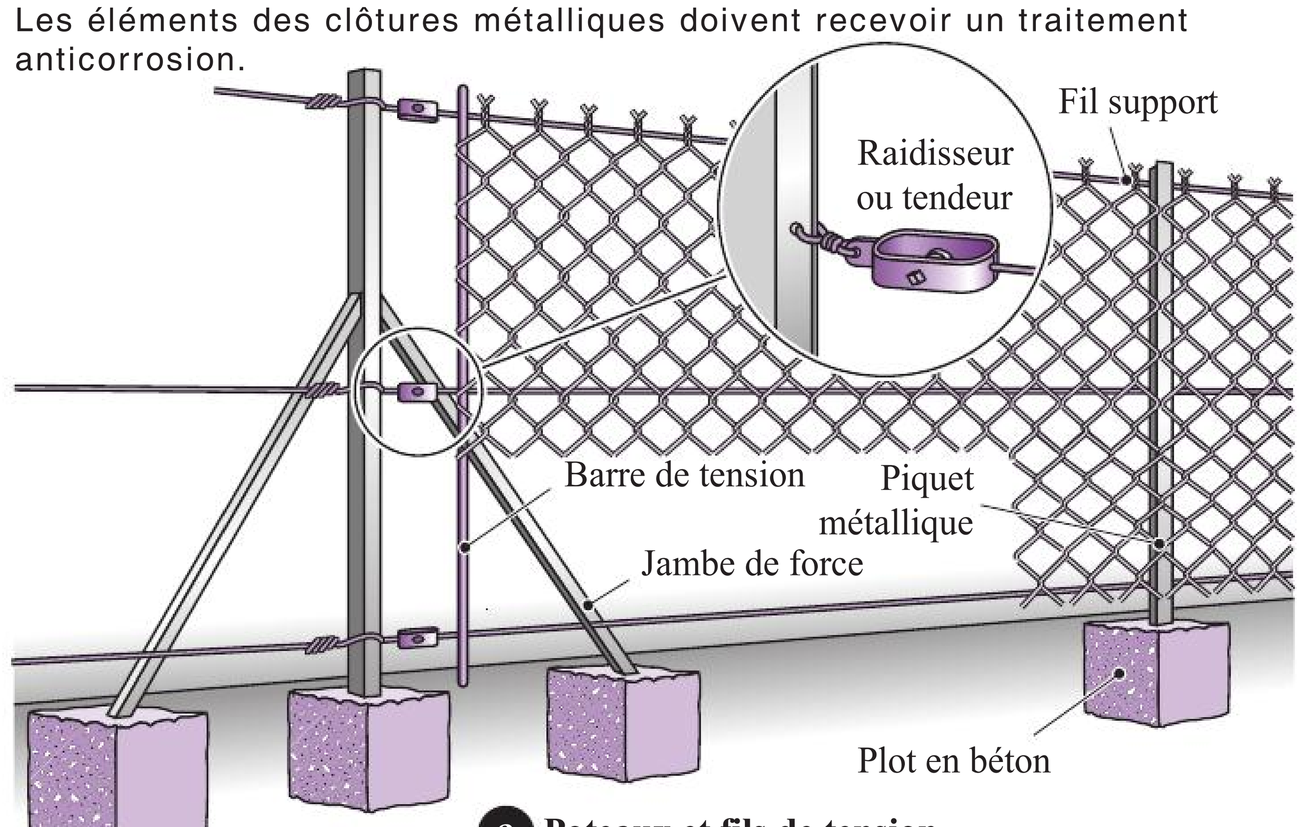
Pierres prétaillées *Lits alternés* *Opus incertum*

e Appareillage des éléments modulaires

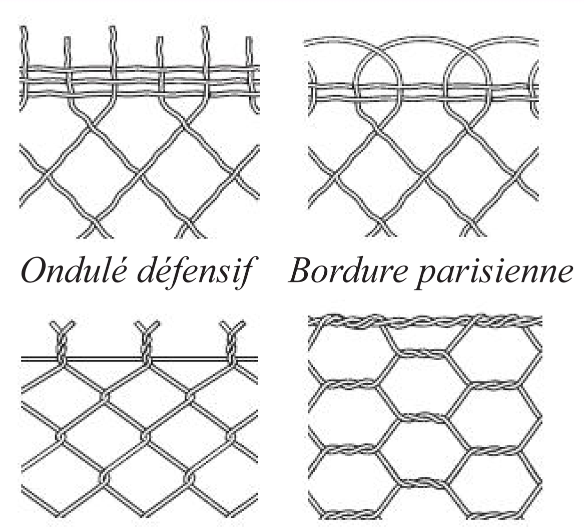
Clôtures métalliques et grillages

Les clôtures métalliques sont réalisées :
- en grillage (a), tendu et fixé par des fils d'attache sur des fils support mis en tension au moyen de raidisseurs (a) ;
- en panneaux rigides (c) ;
- en fils barbelés (d), pour les espaces boisés ou agricoles ;
- en barreaudages métalliques ou en fer forgé.

Elles sont choisies en fonction de leur résistance et de leur destination (e). Les éléments des clôtures métalliques doivent recevoir un traitement anticorrosion.



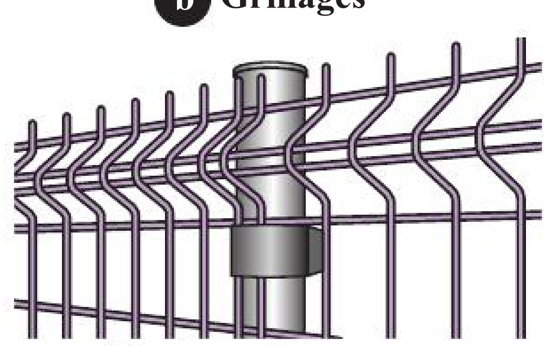
a Poteaux et fils de tension



Ondulé défensif *Bordure parisienne*

Simple torsion *Triple torsion*

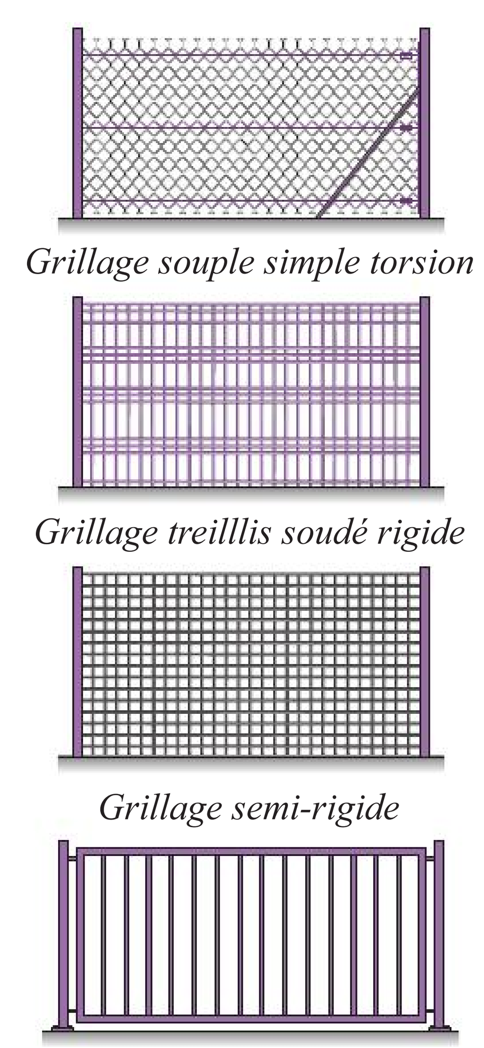
b Grillages



c Panneaux rigides



d Fil barbelé



Grillage souple simple torsion

Grillage treillis soudé rigide

Grillage semi-rigide

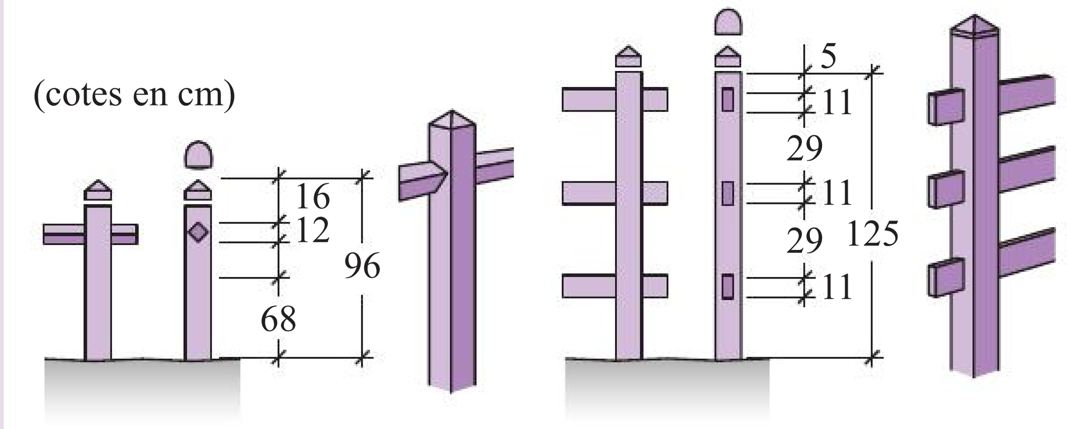
Barreaudage modulaire

e Solidité (ordre croissant)

Lisses et barrières simples

Les lisses de barrières simples sont constituées de 1 à 3 barres horizontales métalliques, en bois, en PVC ou en béton (a), soutenues par des poteaux. Elles peuvent être disposées sur des murets (b) et doublées d'une haie.

(cotes en cm)



◇ Section carrée 8 × 8 cm

▯ Section rectangulaire 7 × 11 cm

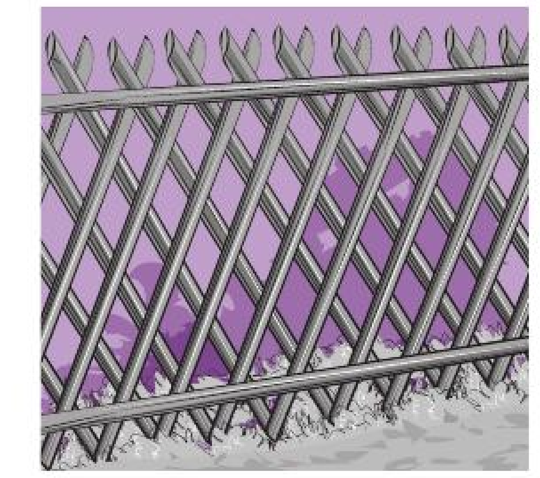
a Lisses sur poteaux



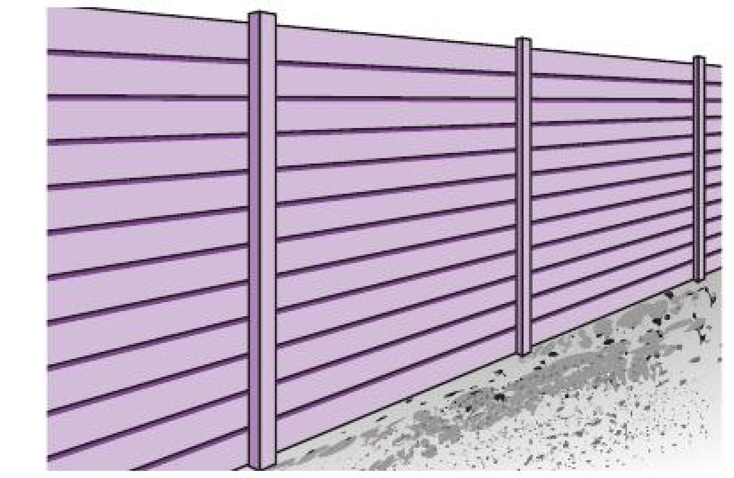
b Lisses et poteaux en PVC sur muret

Clôtures et palissades en bois

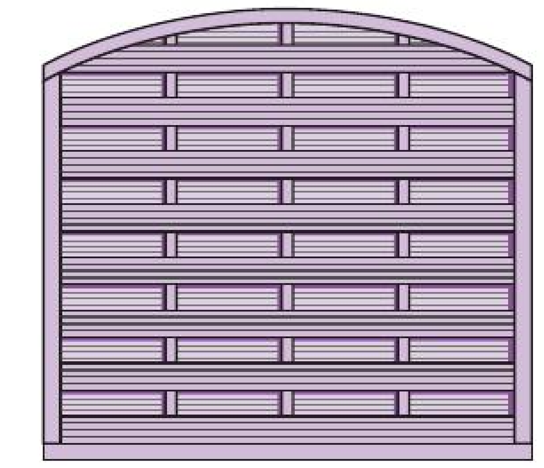
Les bois utilisés pour les clôtures doivent faire l'objet d'un traitement fongicide et insecticide. Les poteaux sont maintenus par des pieds métalliques sur un soubassement en maçonnerie ou directement dans le sol s'ils sont recouverts de produit bitumineux sur toute la hauteur de la partie enterrée.



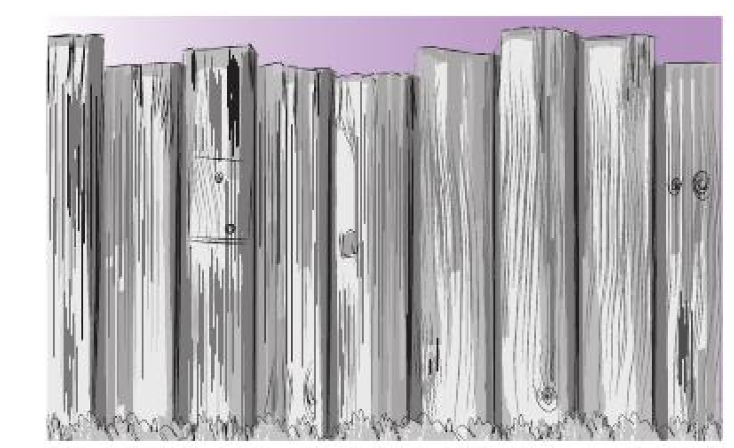
Treillage de bois léger



Clôture à clins de bois



Brise-vue

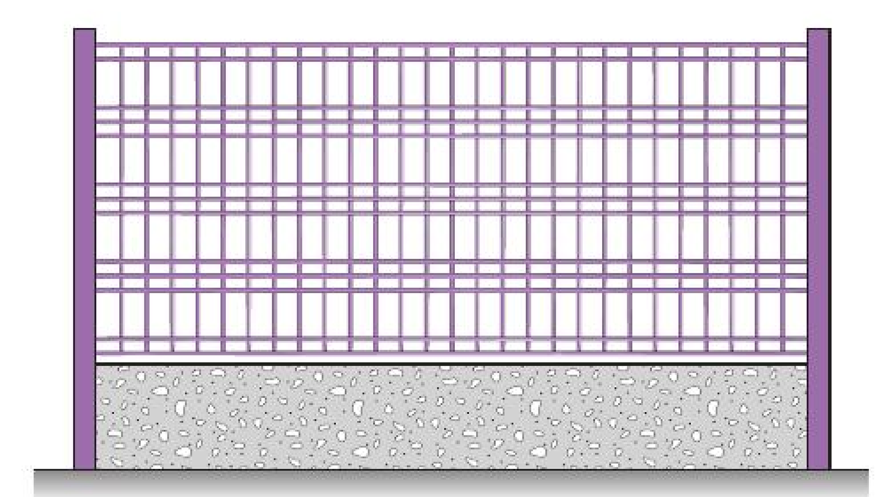


Palissade en traverses de chemin de fer

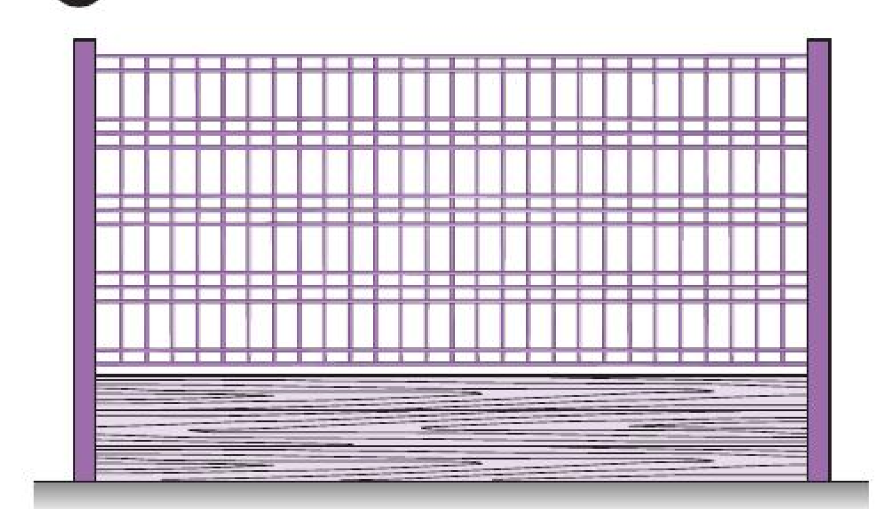
Clôtures et palissades en bois

Clôtures mixtes

Les clôtures mixtes comportent un soubassement en maçonnerie (a) ou en bois (b) émergeant du sol sur des hauteurs de 0,40 à 0,90 m. La partie supérieure comporte un grillage, des grilles à barreaudage ou des éléments menuisés en bois ou en métal. La solidarisation avec le soubassement est assurée par des poteaux verticaux de forme et de résistance adaptée au type de clôture.



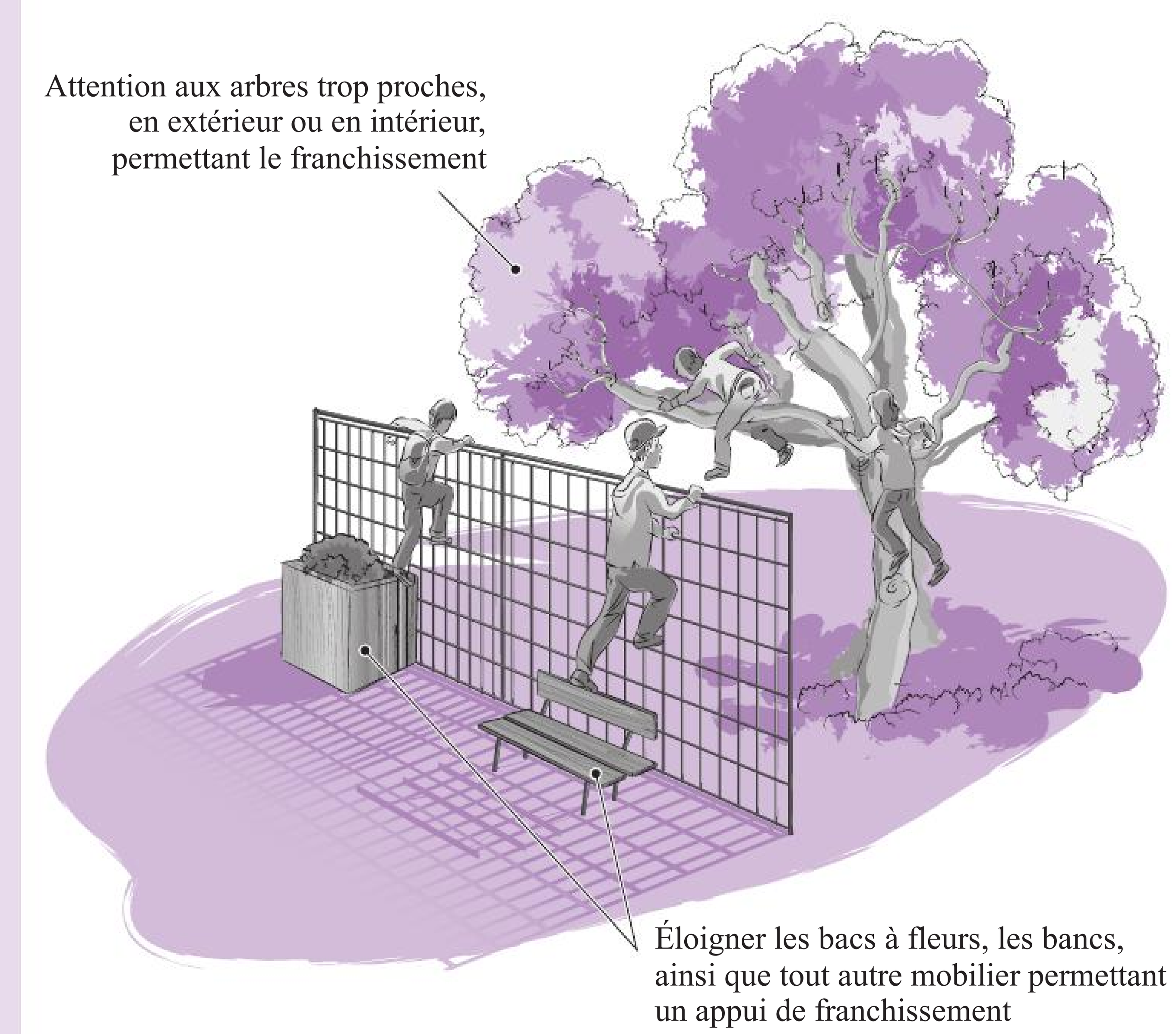
a Clôture rigide à soubassement en plaque béton



b Clôture rigide à soubassement en palplanche de bois autoclave

Franchissement

Afin d'empêcher les tentatives de franchissement, la clôture doit être implantée à l'écart des autres équipements et aménagements tels que le mobilier urbain (bancs, bacs et jardinières), les murets, les rebords de fenêtres ainsi que les arbres. Un fossé extérieur, une haie épaisse ou des picots défensifs retarderont efficacement le passage d'un adulte et rendront impossible le franchissement de la clôture par un enfant.



Aménagements à contrôler pour éviter le franchissement

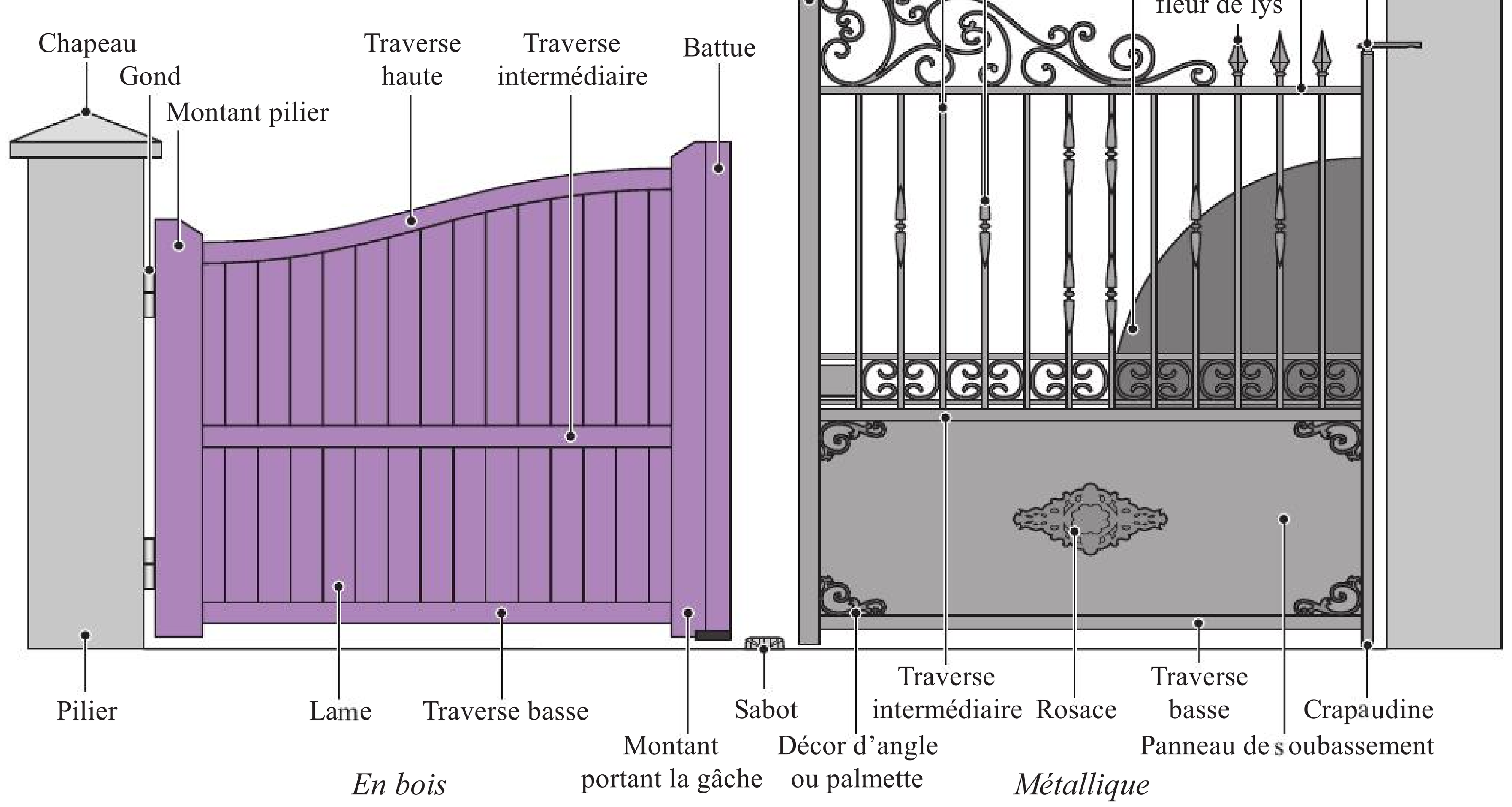
Comment ça marche

Portails

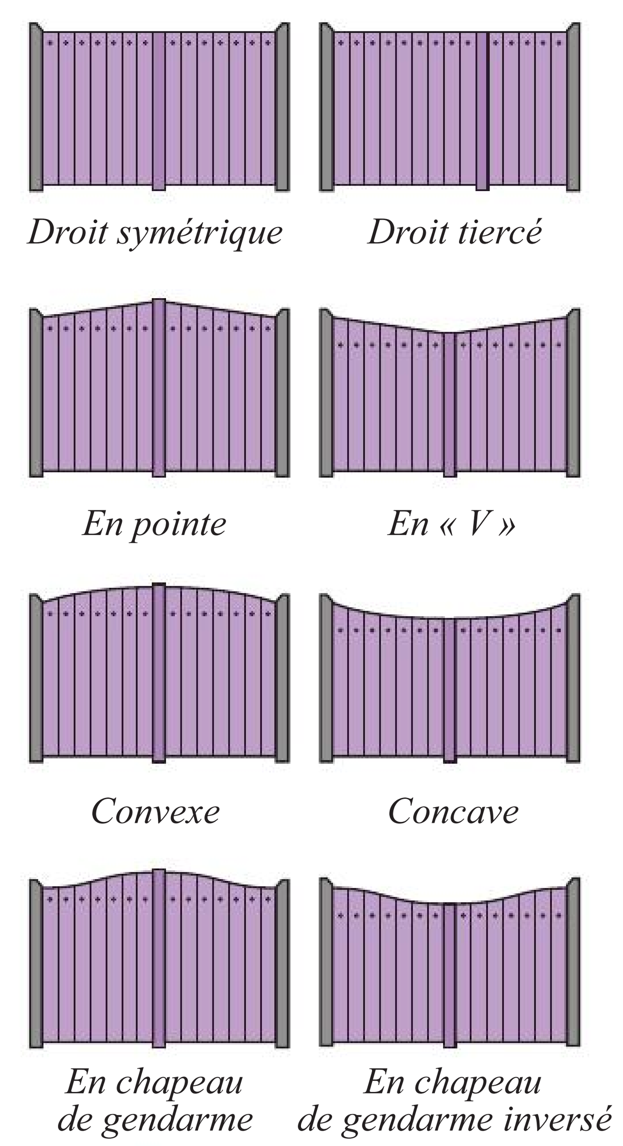
Les portails assurent le passage entre les domaines privé et public ; leur type, leur forme et leur matériau doivent être en harmonie avec la clôture. Ils sont soit pivotants, soit coulissants et réalisés en bois, en métal ou en PVC. Les piliers sont en maçonnerie de briques, de pierres ou de blocs de béton ; les poteaux sont en profilés métalliques ou en bois. Un ancrage solide dans le sol et avec les piliers ou poteaux qui les supportent permettent aux portails de résister aux nombreuses manœuvres auxquelles ils sont soumis.

Portails et portillons pivotants

Les portails et portillons pivotants (a), de formes variées (b), sont maintenus par des gonds fixés aux piliers, ou par l'intermédiaire d'un pivot qui prend appui sur le sol au moyen d'une crapaudine et d'un gond en partie haute.



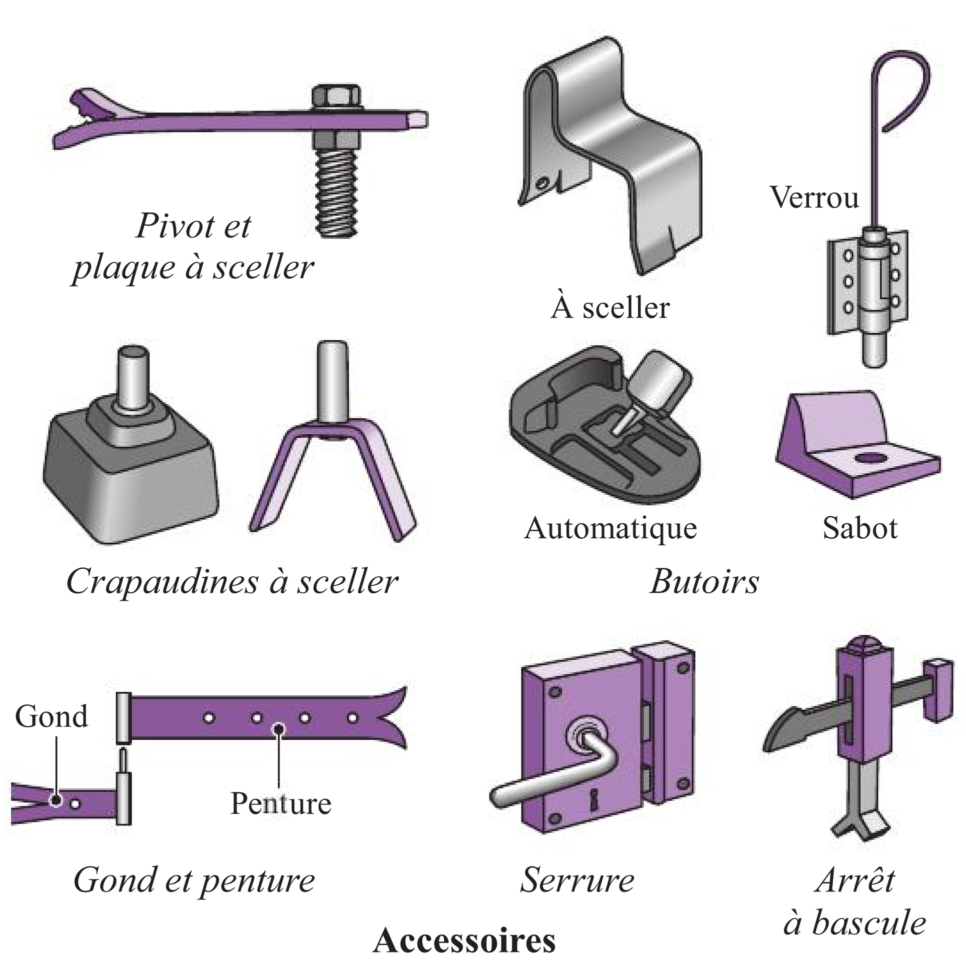
a **Vocabulaire des portails pivotants**



b **Formes de portails**

Accessoires

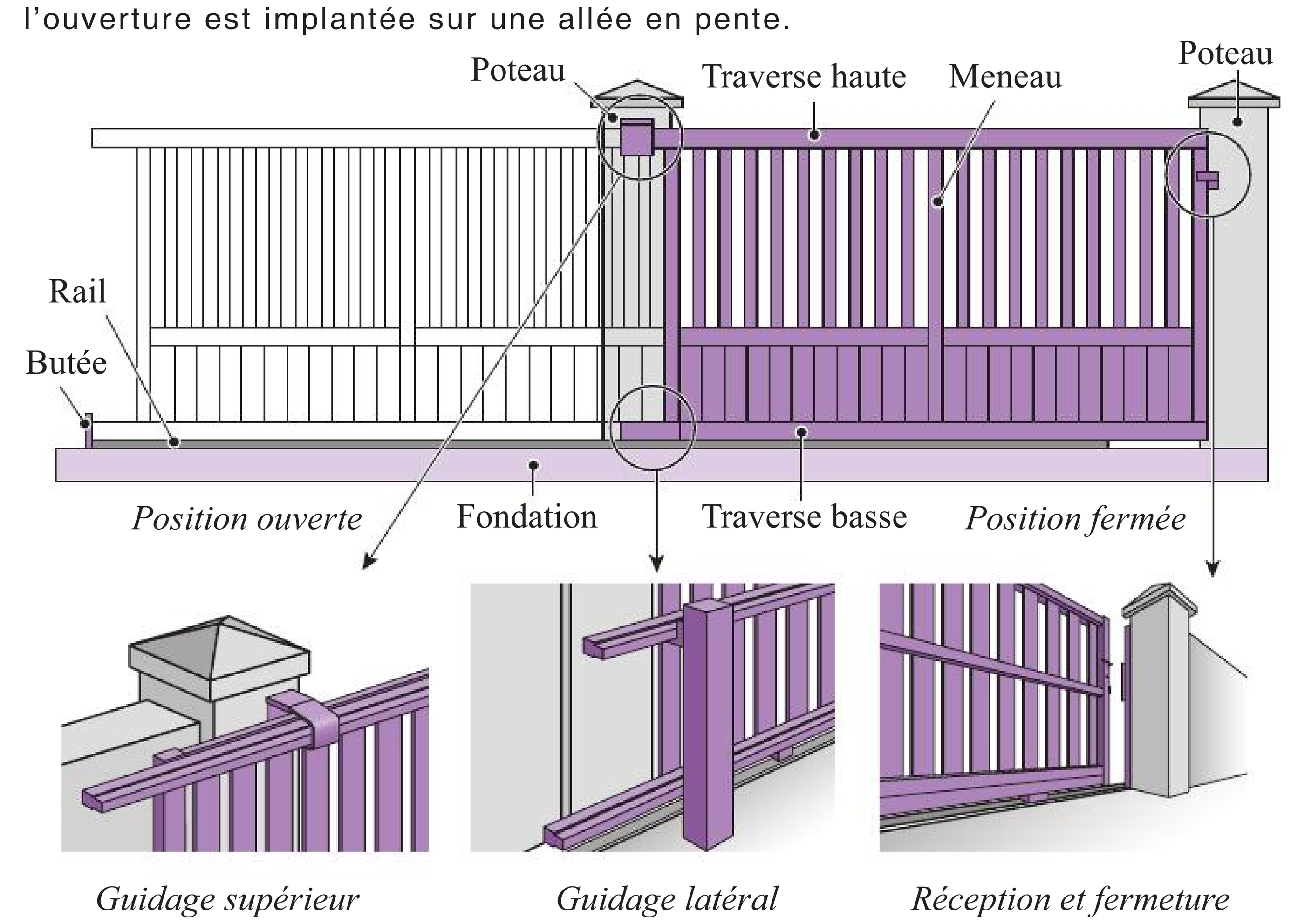
Les accessoires doivent être placés de niveau et alignés verticalement afin d'assurer l'équilibre et le bon fonctionnement du portail. Leur graissage régulier permet un pivotement aisé.



Accessoires

Portails coulissants

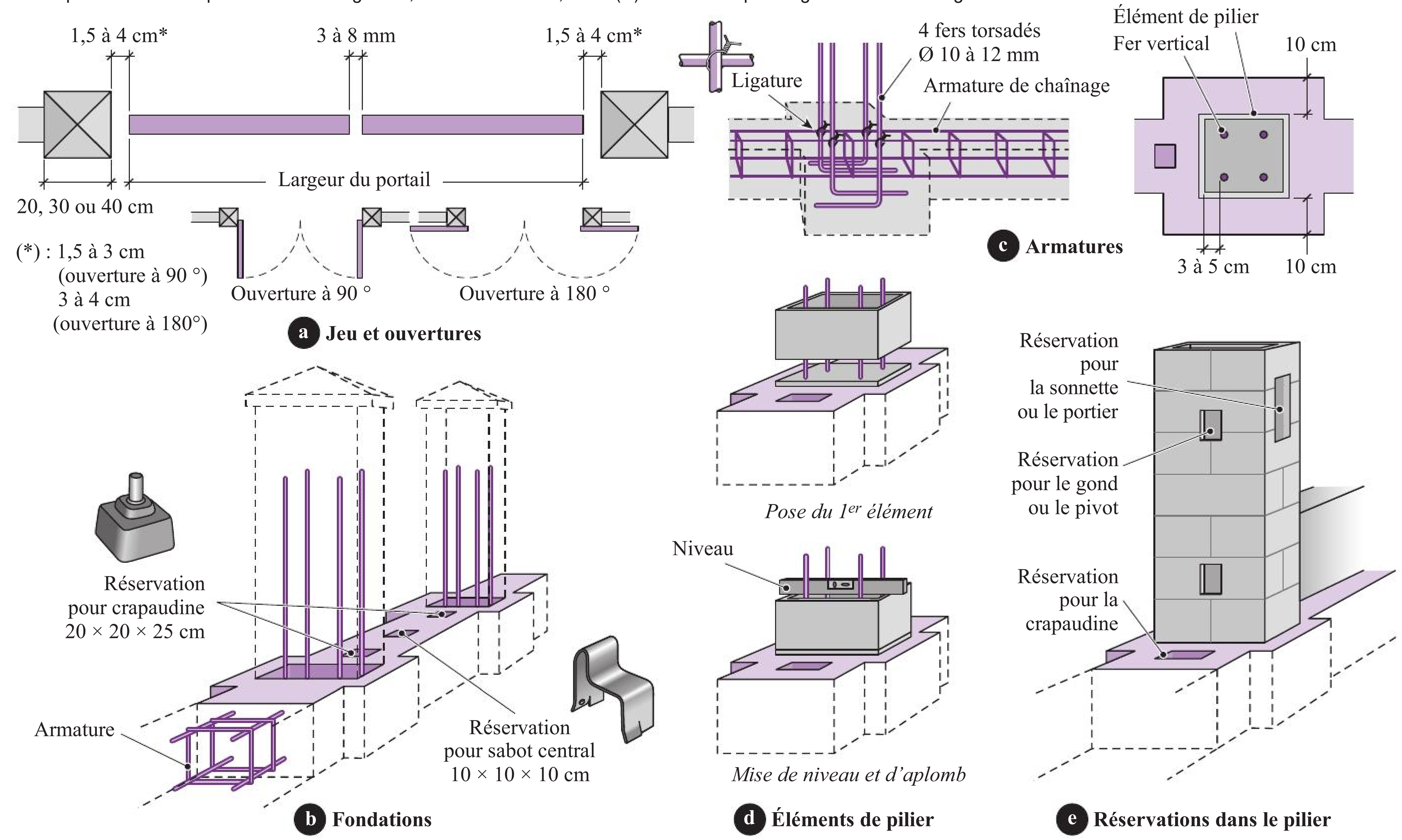
Les portails coulissants, sur rails ou autoportants, permettent un gain de place lorsque le recul pour ouvrir les battants n'est pas suffisant ou lorsque l'ouverture est implantée sur une allée en pente.



Portail coulissant

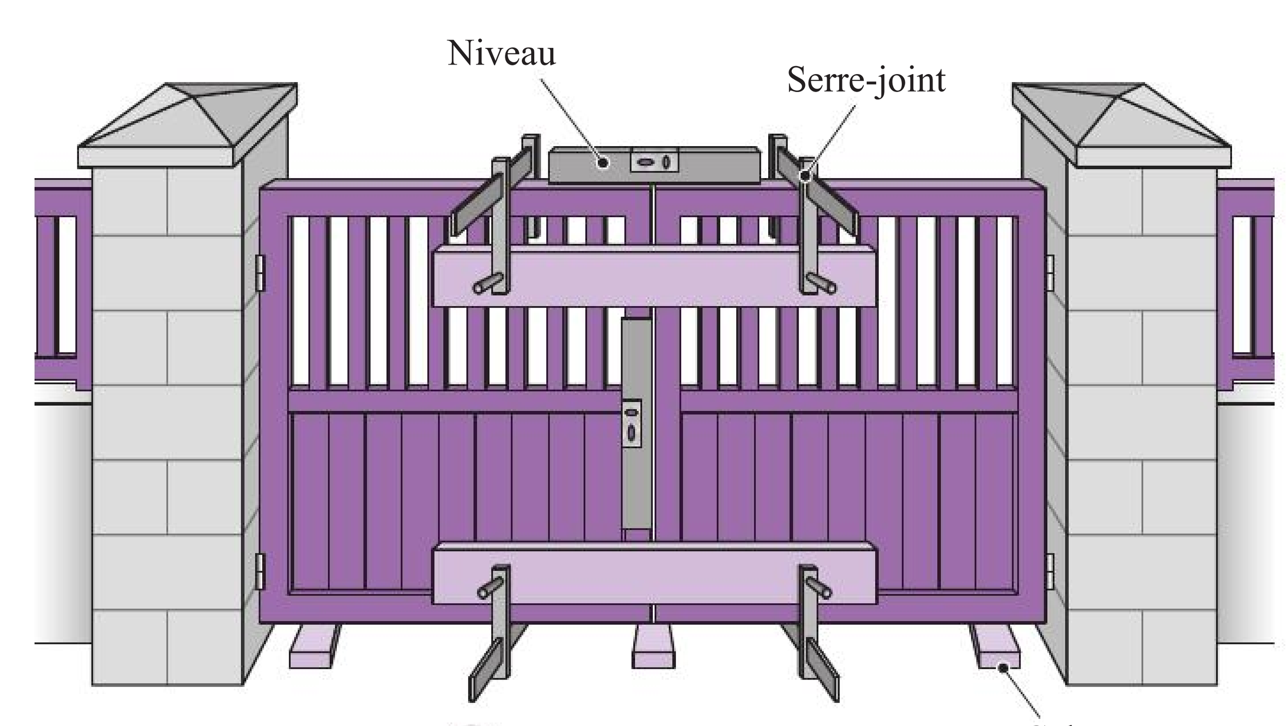
Fondations et piliers

La semelle de fondation garantit la stabilité du portail et des piliers. Elle doit être mise en œuvre à une profondeur hors gel adaptée à la région et à la nature du terrain ; elle doit supporter le passage de véhicules lourds. Le positionnement des piliers doit tenir compte des dimensions du portail, d'un jeu de 6 à 8 cm pour les gonds, de 3 à 8 mm entre les vantaux et de l'épaisseur de l'enduit éventuel du pilier (a). La semelle (b) doit dépasser les éléments à poser (éléments de pilier et blocs du mur de clôture éventuel) sur 10 cm de largeur. Les armatures dimensionnées pour la profondeur de la semelle sont mises en place dans la tranchée et 4 fers torsadés verticaux y sont ligaturés en attente à l'emplacement des piliers (c). Les éléments de piliers sont montés de niveau et d'aplomb au mortier-colle (d) et des réservations sont prévues à l'emplacement des gonds, de la sonnette, etc. (e) avant remplissage de béton maigre.

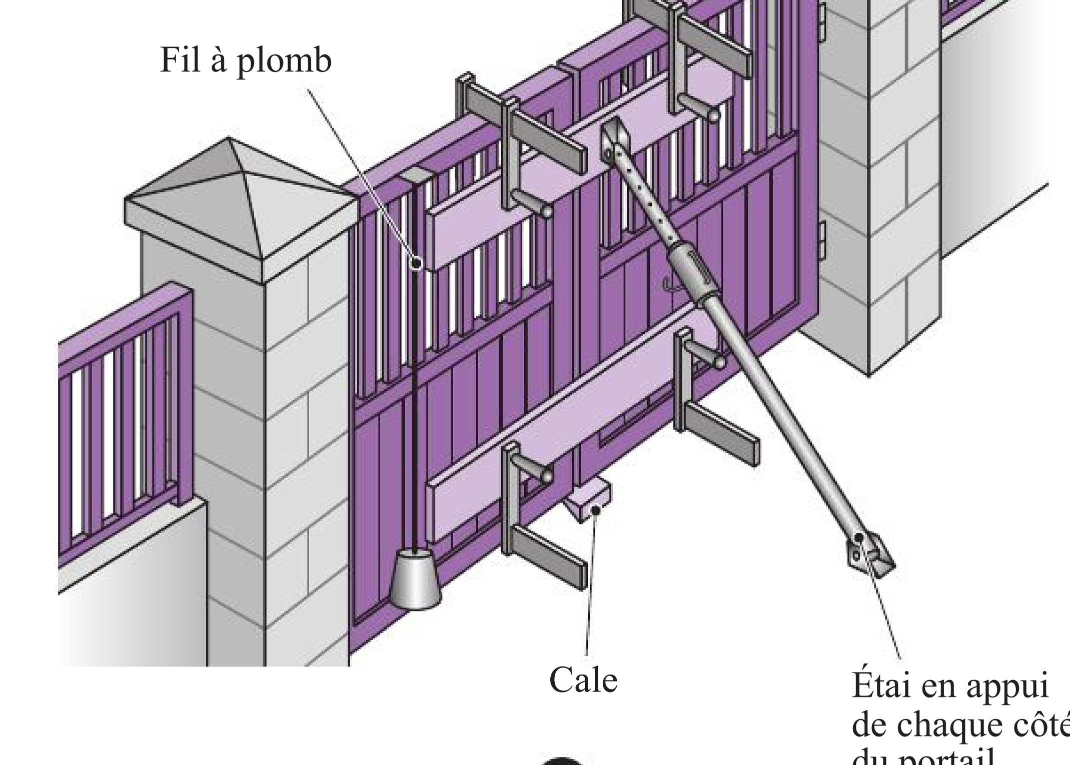


Pose et scellement

La pose et le scellement d'un portail est une opération délicate, l'ensemble devant être correctement aligné et d'aplomb pour garantir un bon fonctionnement. Les gonds sont liés temporairement aux pentures, vissées sur les vantaux et les crapaudines mises en place sur la semelle. Les deux vantaux sont assemblés et maintenus au moyen de planches et de serre-joints (a). Des cales disposées entre les deux vantaux, au sol et entre les vantaux et les piliers, permettent de respecter le jeu nécessaire. Le portail calé à son emplacement définitif est ensuite maintenu en position au moyen d'étais en appui de part et d'autre (b). Les gonds, la crapaudine et le butoir sont scellés au mortier rapide. Les cales sont retirées après 2 jours de séchage et avant la pose des accessoires (serrure, verrou de sol, etc.).



a **Assemblage des vantaux**



b **Calage**

Motorisation des portails

Comment ça marche

La motorisation des portails nécessite la mise en œuvre d'organes de sécurité tels que des barres anti-écrasement et anticisaillement dans les zones de pincement, des détecteurs de mouvement sur les zones dangereuses de débattement, un déverrouillage manuel en cas de panne, etc. Elle est complétée par une signalisation obligatoire qui comporte un feu clignotant orange pour signaler le mouvement du portail en ouverture et en fermeture, un éclairage de zone et un marquage au sol (sauf pour les maisons individuelles).

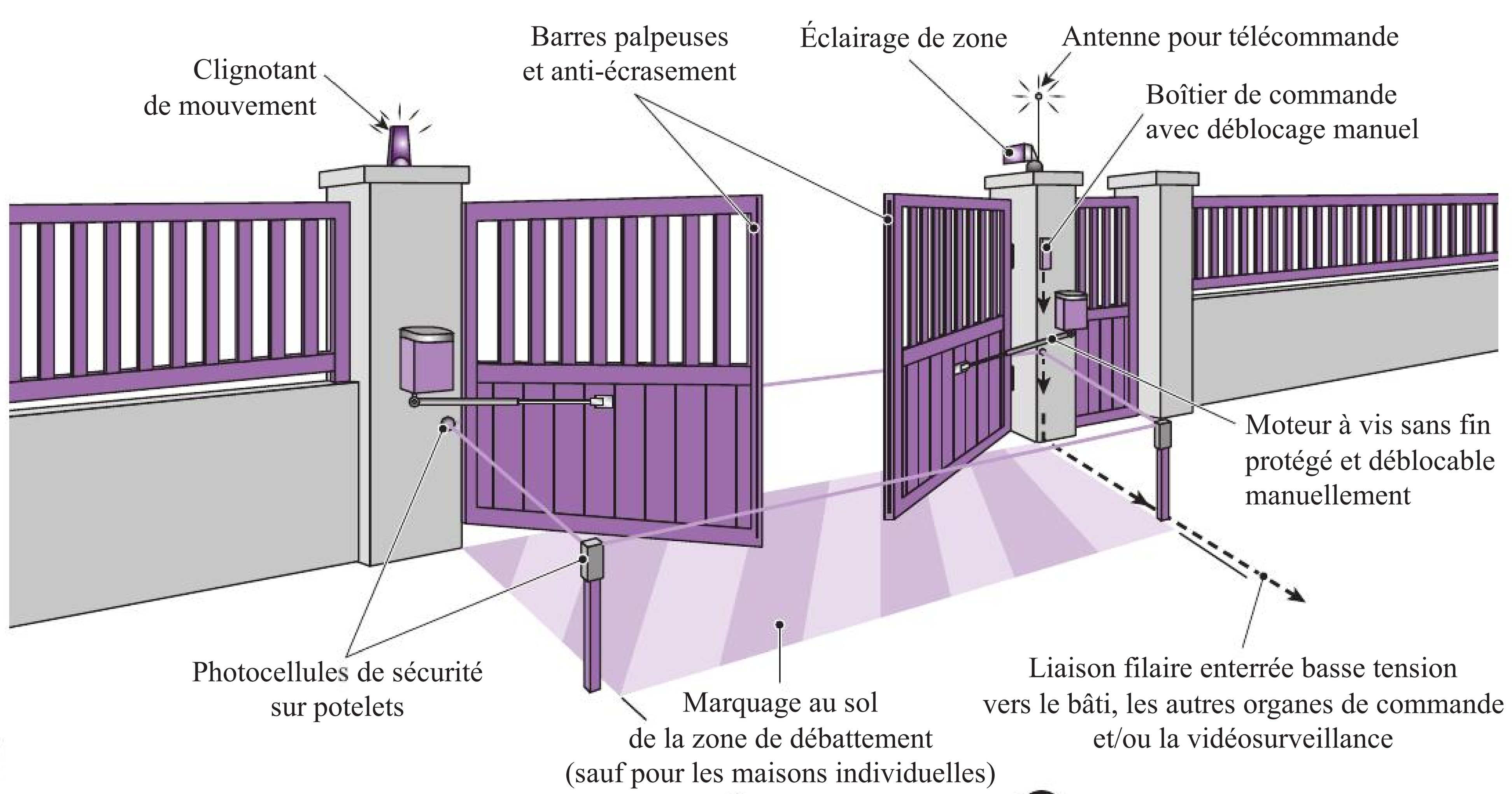
Portails et portillons pivotants

La majorité des portillons (a) et portails (b) pivotants ou battants sont motorisables. Pour éviter les accidents, ils s'arrêtent automatiquement grâce à des détecteurs d'obstacles physiques (cellules photoélectriques). Un système de verrouillage automatique s'actionne en cas de tentative d'intrusion. Deux systèmes de motorisation sont distingués : à bras articulés et à vérins.

Les moteurs à bras monoblocs carénés à vis sans fin internes, fixés sur le poteau et le vantail, sont recommandés en raison de leur robustesse et du niveau de sécurité atteint. Les systèmes à bras articulés sont moins sécurisés et plus fragiles.



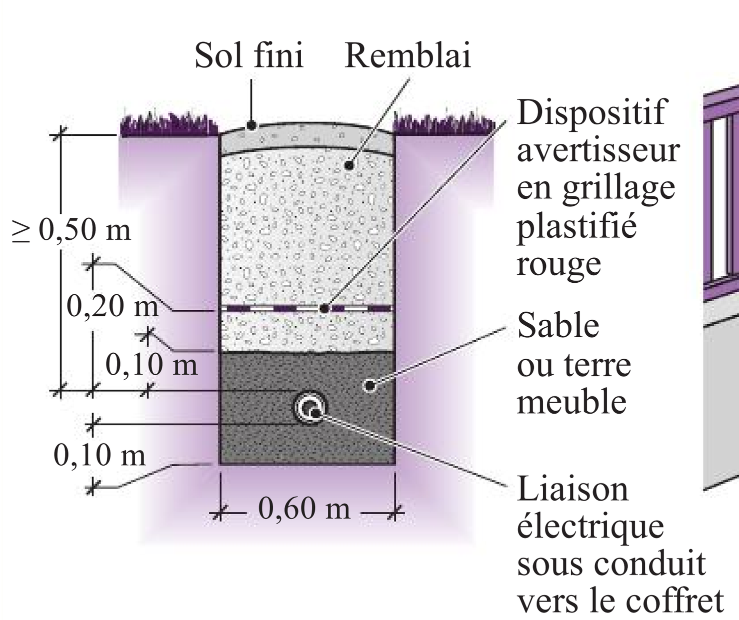
a Portillon



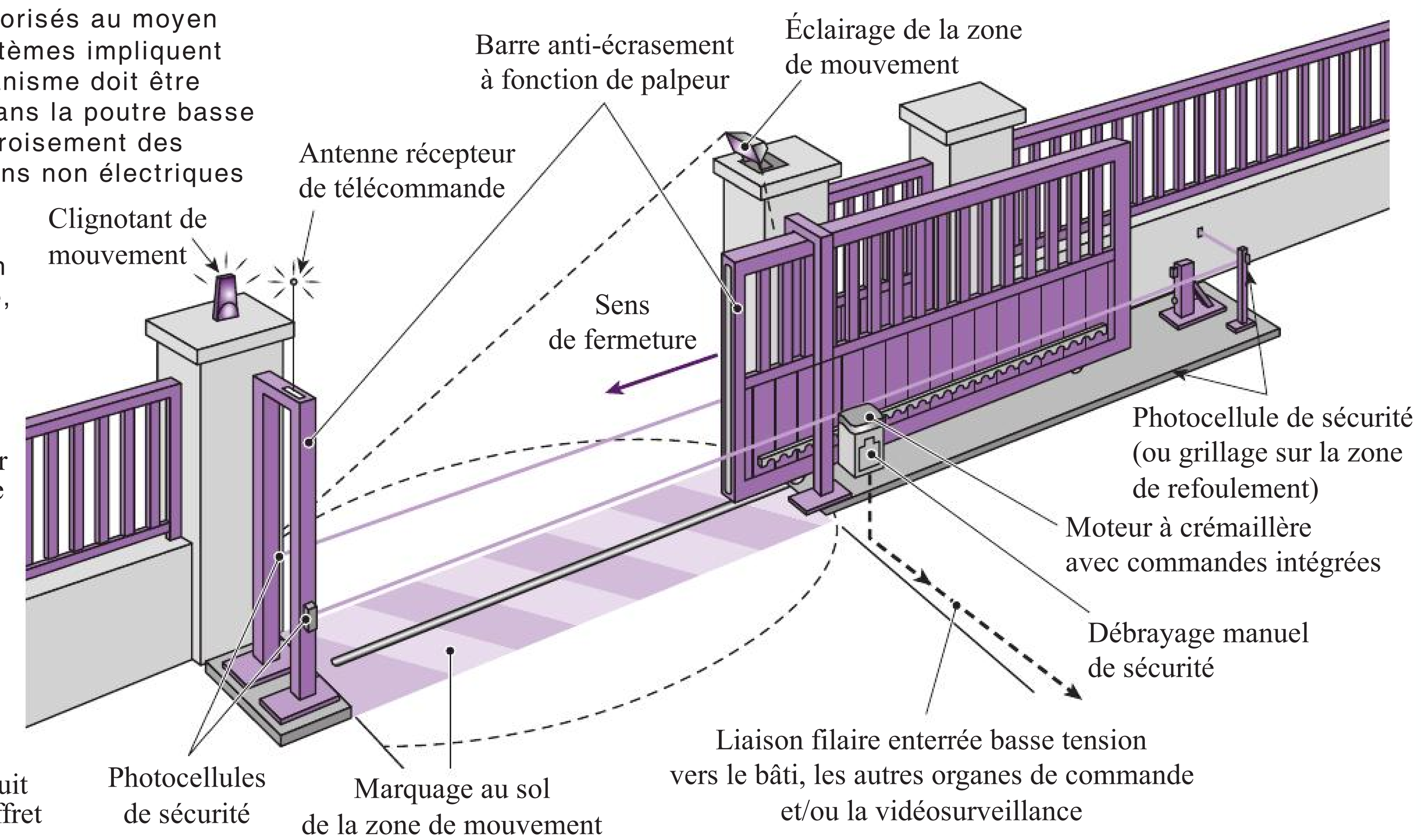
b Portail pivotant ou battant

Portails coulissants

Les portails coulissants (a) sont motorisés au moyen d'un système à crémaillère. Ces systèmes impliquent une motorisation puissante. Le mécanisme doit être protégé par des caches ou intégré dans la poutre basse du portail. Les cheminements et le croisement des câbles enterrés avec des canalisations non électriques (eau, gaz, etc.) font l'objet de dispositions spécifiques (b). La canalisation doit être signalée par un grillage avertisseur de couleur rouge, placé à 20 cm au-dessus du conduit.



b Distribution enterrée



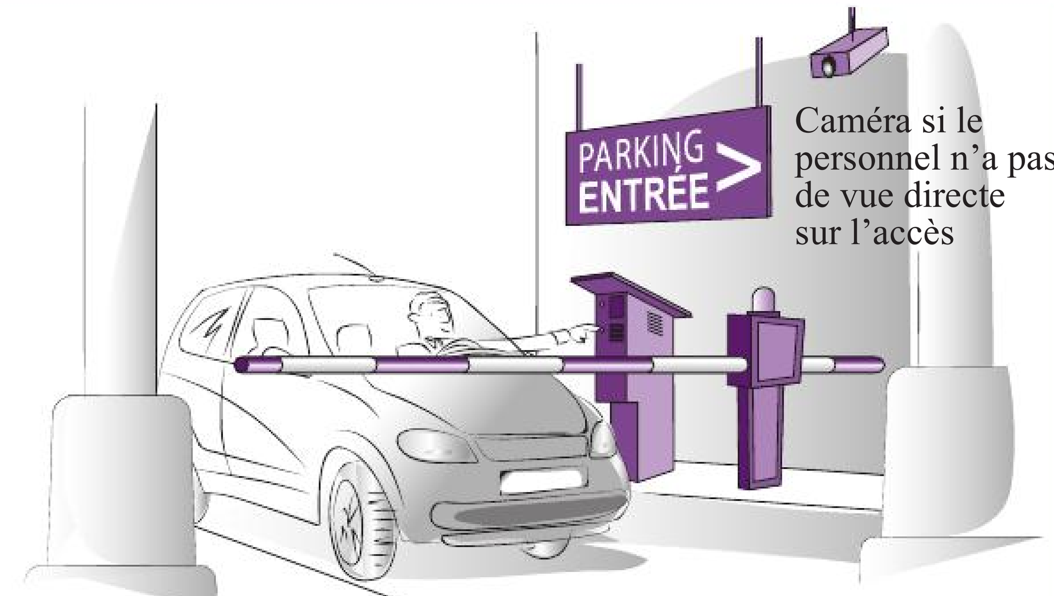
a Portail coulissant

Barrières levantes

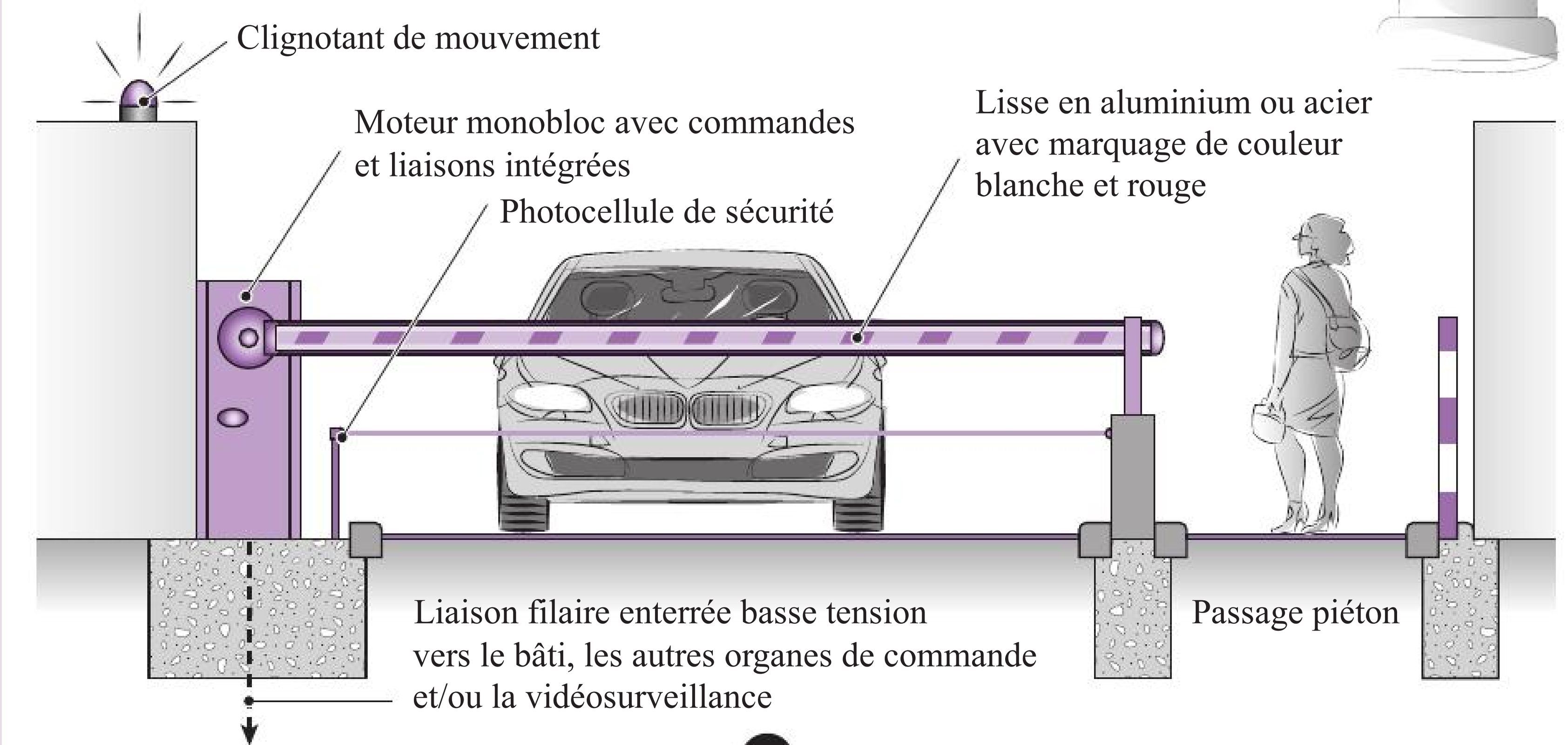
Les barrières levantes (a) sont utilisées pour la gestion des flux de véhicules, les parkings publics, les accès de livraison, etc. La plupart des barrières levantes motorisées monoblocs intègrent des éléments de commande et de sécurité.

Des détecteurs de mouvements et des photocellules de sécurité positionnées sur le passage, couplés à un signal sonore ou à un avertisseur vocal, assurent la sécurité des piétons, en particulier des enfants et des personnes malvoyantes ou à mobilité réduite. Ils bloquent le système d'asservissement lors d'une situation anormale ou d'une position dangereuse du véhicule. Dans les établissements recevant du public (ERP), si le contrôle d'accès n'est pas visible directement par le personnel (b) :

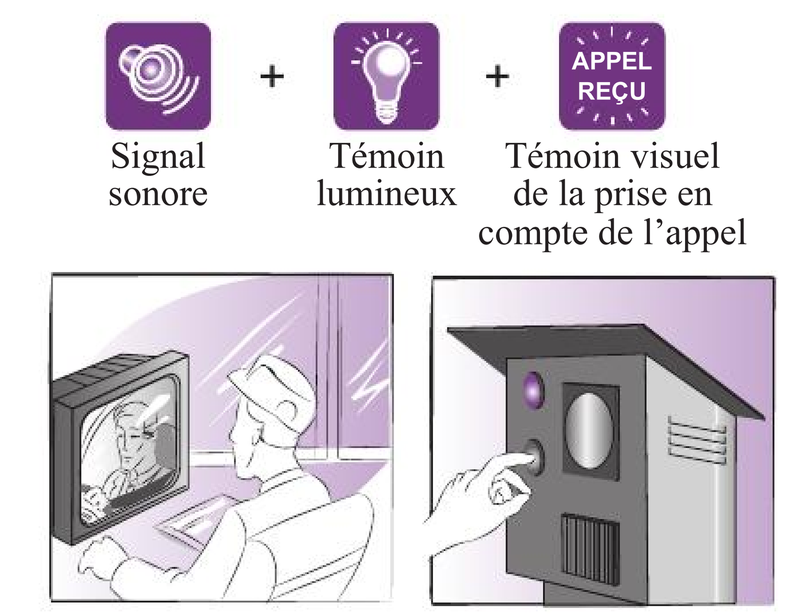
- le signal lié au fonctionnement du système est à la fois visuel et sonore ;
- une caméra permet au personnel de visualiser le conducteur.



Accès du véhicule



a Barrière levante

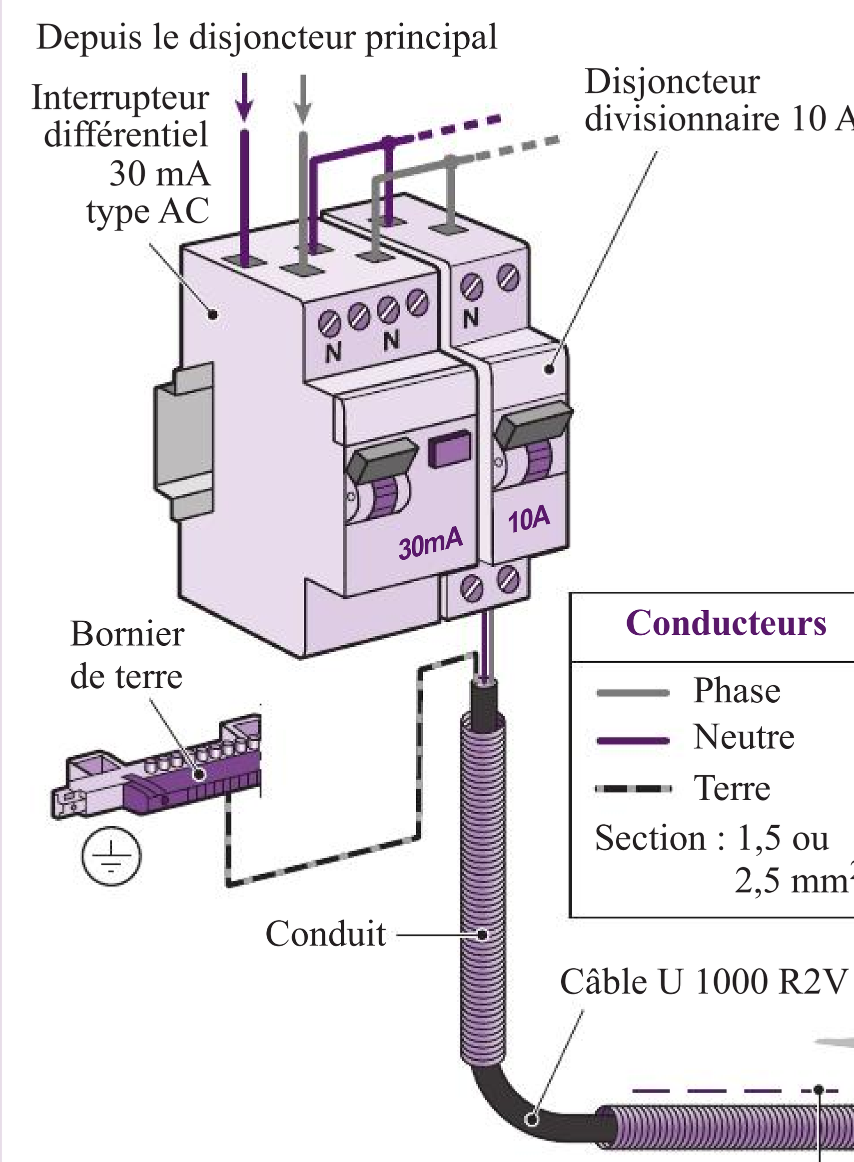


Télésurveillance *Dispositif d'appel*

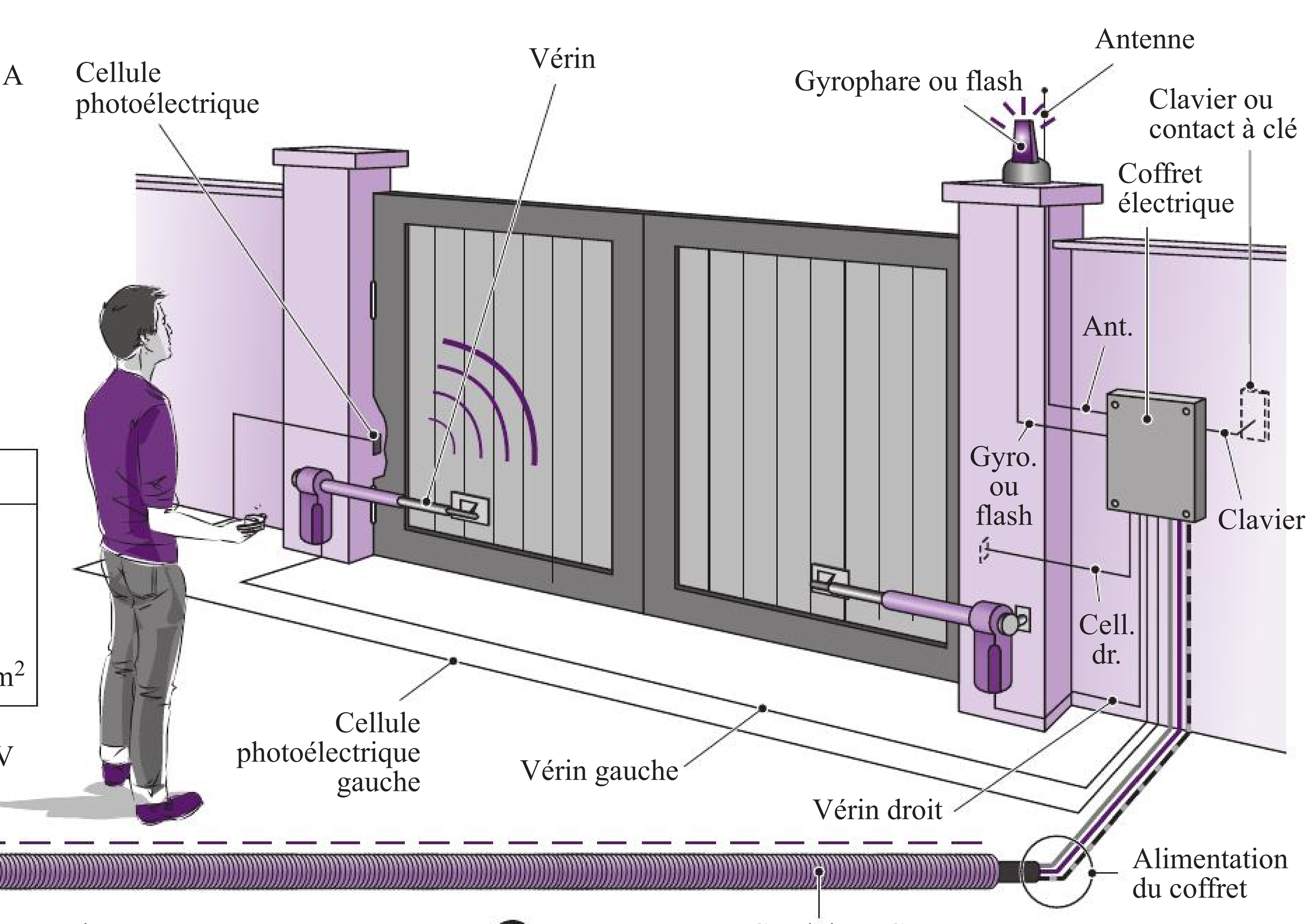
b Commande et contrôle d'accès

Câblage et protection d'une motorisation

La protection de la motorisation d'un portail (a) est assurée par un interrupteur différentiel de 30 mA et un disjoncteur divisionnaire 10 A. La section des conducteurs du câble d'alimentation est dimensionnée en fonction de la distance entre le tableau de répartition et le coffret électrique du portail. Un câble coaxial d'une longueur inférieure à 5 m raccorde l'antenne au coffret. La distribution enterrée est utilisée pour l'acheminement de l'alimentation électrique entre le tableau de répartition situé dans le bâtiment et le coffret électrique du portail (b). Elle est assurée par un câble protégé par un conduit TPC de couleur rouge. Les câbles armés comportant une gaine d'étanchéité peuvent être posés en pleine terre. Le passage sous une voie carrossable ou un trottoir doit être enterré à une profondeur de 0,85 m.



a Protection du circuit



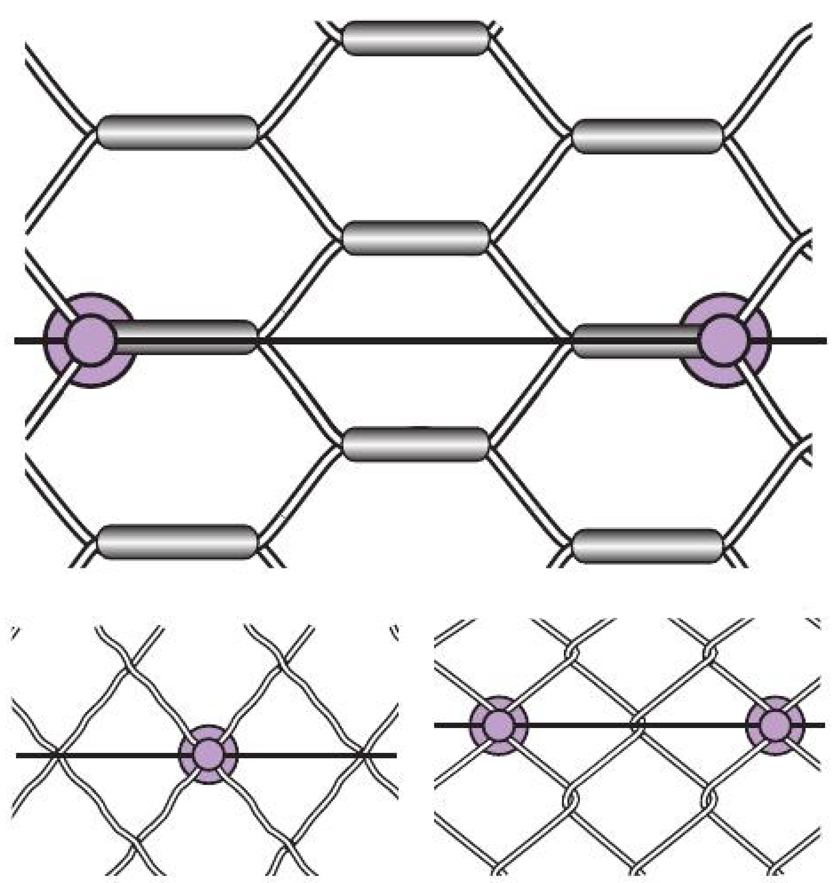
b Câblage

Murs végétalisés

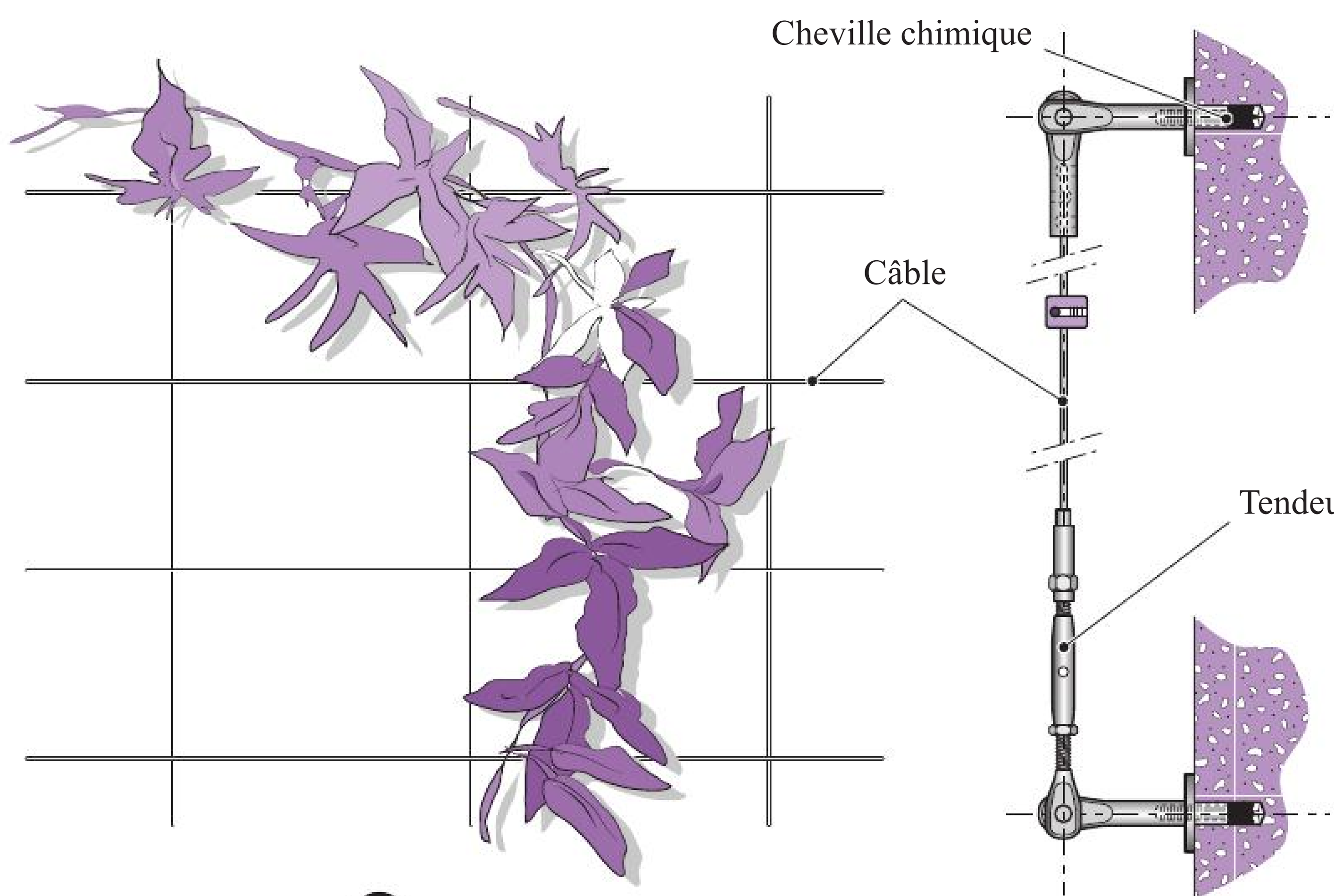
Les murs végétalisés sont des jardins ou écosystèmes verticaux, conçus comme des éléments esthétiques ou d'écologie urbaine. Ils peuvent être aménagés à l'extérieur ou à l'intérieur des bâtiments. Plusieurs techniques existent, allant du palissage sur structures préfabriquées à des techniques plus complexes de « génie végétal » optimisant les conditions de colonisation et de pousse des plantes grâce à des supports de substrat.

Structures pour plantes grimpantes ou palissées

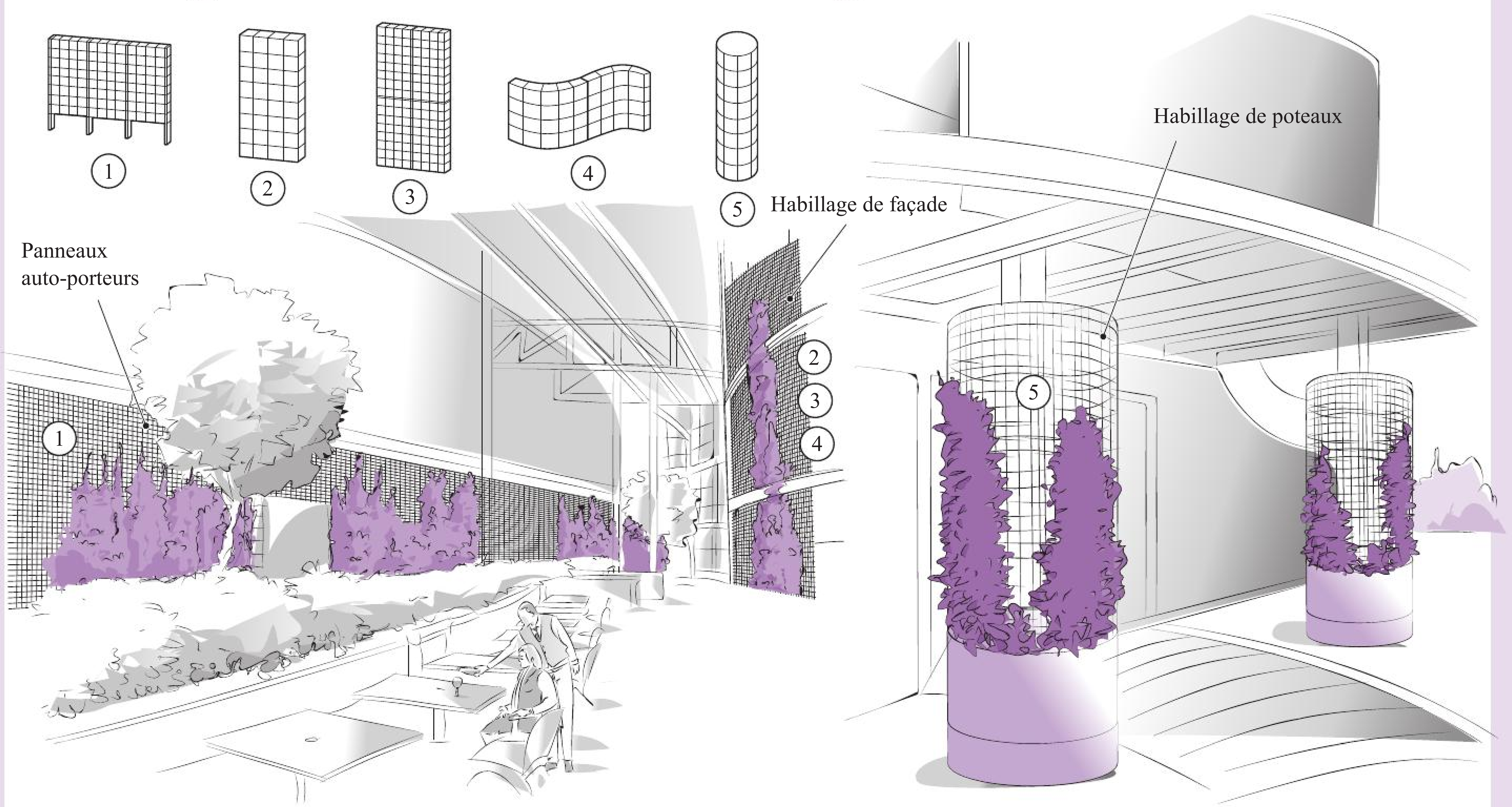
Les grillages et filets (a) sont généralement fixés aux murs à l'aide de plots ou d'entretoises afin de réaliser des sculptures végétales. Les câbles métalliques tendus (b) permettent de réaliser des structures légères. Les treillages préformés (c) ont des formes variées qui s'adaptent aux dimensions des murs ; ils permettent de construire des structures qui ornent les murs pendant la pousse des plantes.



a Grillages et filets



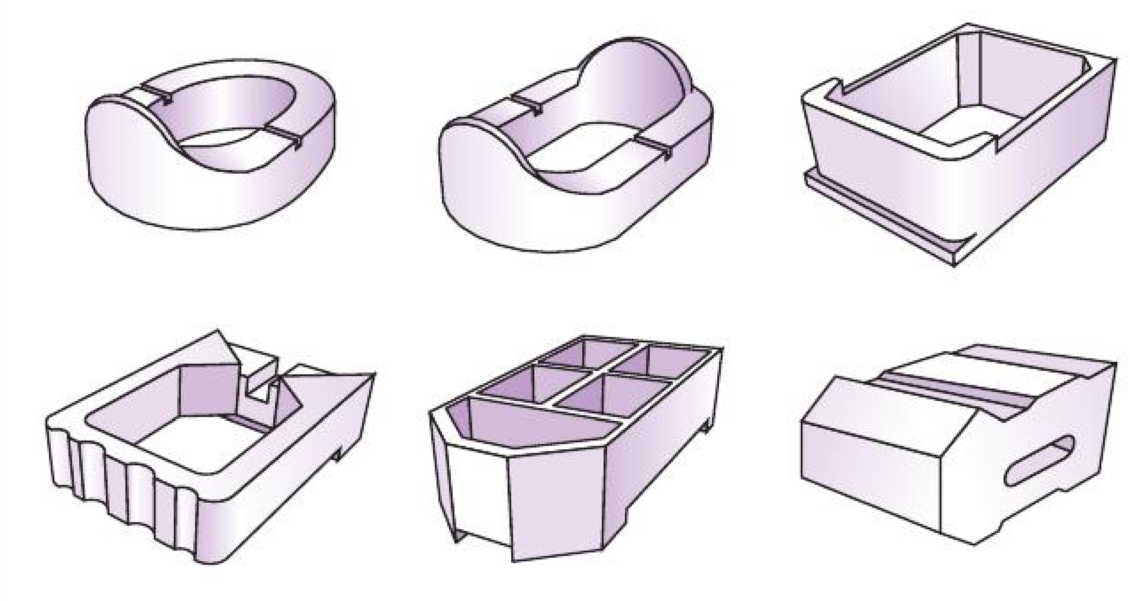
b Câbles métalliques tendus



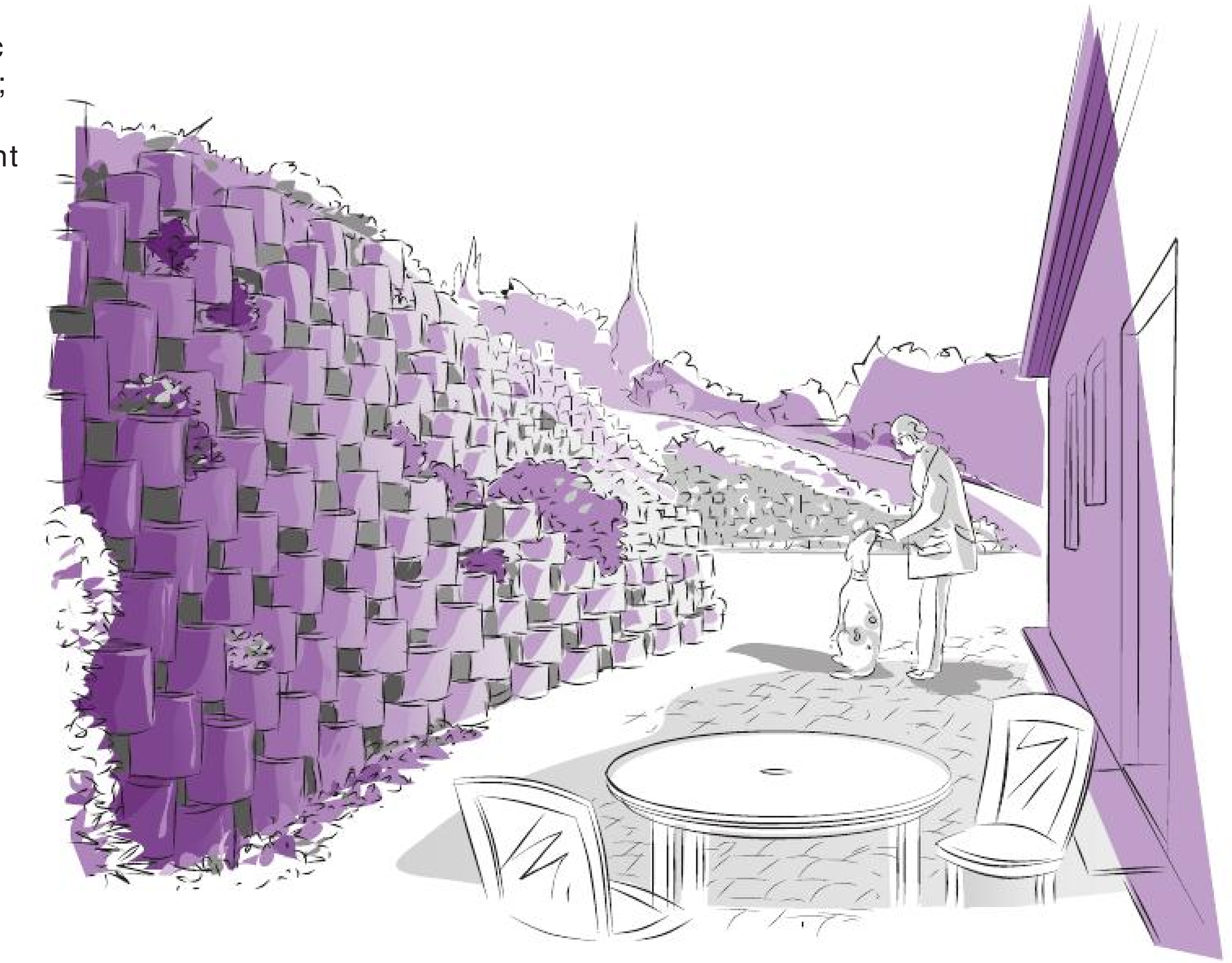
c Treillages préformés

Mur modulaire végétalisable en maçonnerie

Les murs de soutènement et de confortement de talus, les écrans acoustiques ou visuels et les murs séparatifs sont construits avec des pierres, des briques ou des modules en béton végétalisables ; ils peuvent comporter un fond ainsi qu'une ouverture permettant l'évacuation de l'eau excédentaire. D'autres, sans fond, permettent de planter des végétaux de taille plus importante.

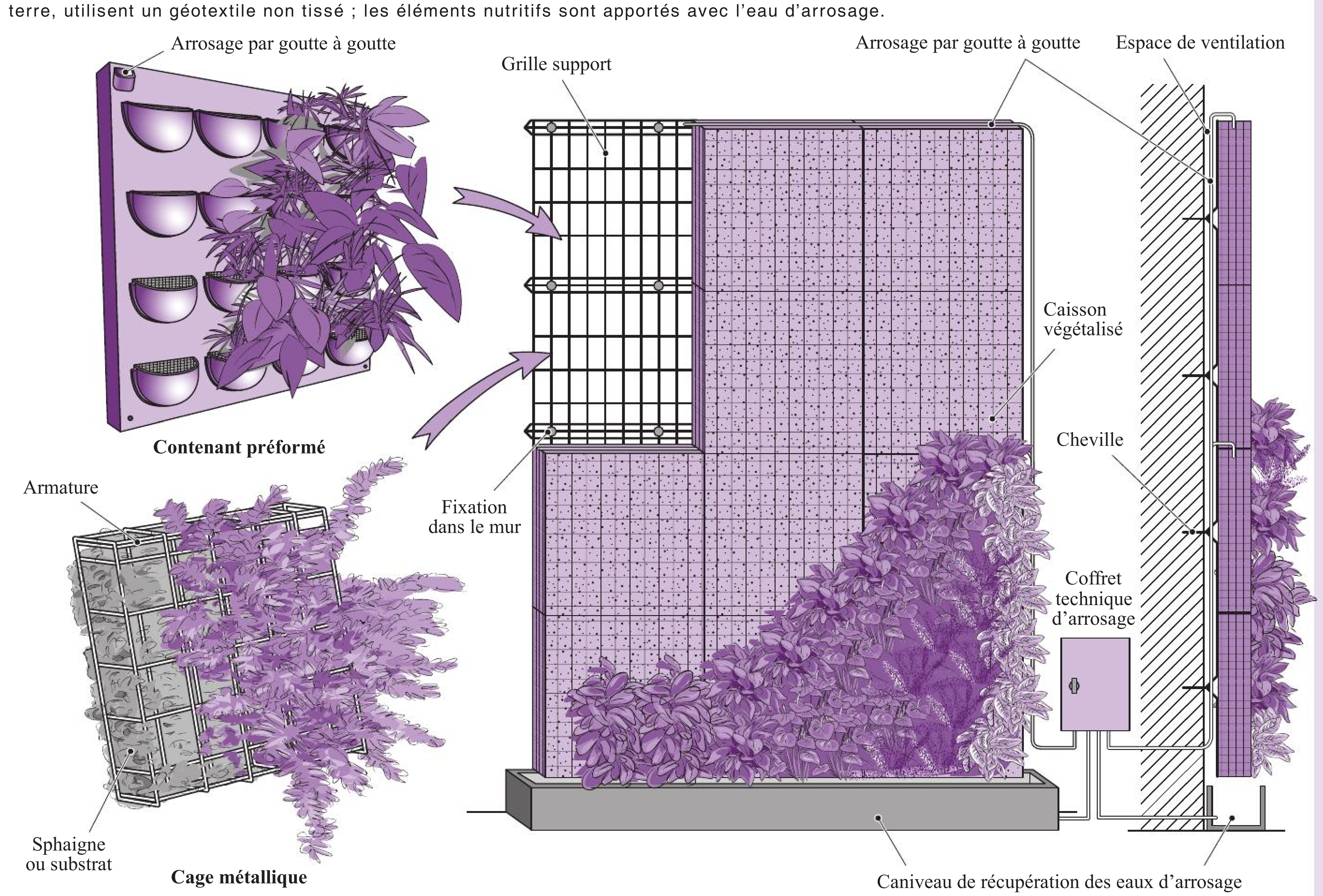


Modules en béton végétalisables



Mur végétal

Le mur végétal est un dispositif préfabriqué qui peut être installé sur le mur d'un bâtiment, un mur de clôture, etc. Il comprend généralement une structure permettant son ancrage et assurant sa stabilité, un support de culture composé d'une cage métallique ou d'un module contenant le substrat dans lequel les végétaux sont plantés, ainsi qu'un système d'arrosage et de récupération d'eau intégré. Le substrat peut être d'origine végétale, minérale ou un mélange des deux ; il doit résister au tassement et retenir l'eau. Les murs hydroponiques, c'est-à-dire sans terre, utilisent un géotextile non tissé ; les éléments nutritifs sont apportés avec l'eau d'arrosage.



Contenant préformé

Cage métallique

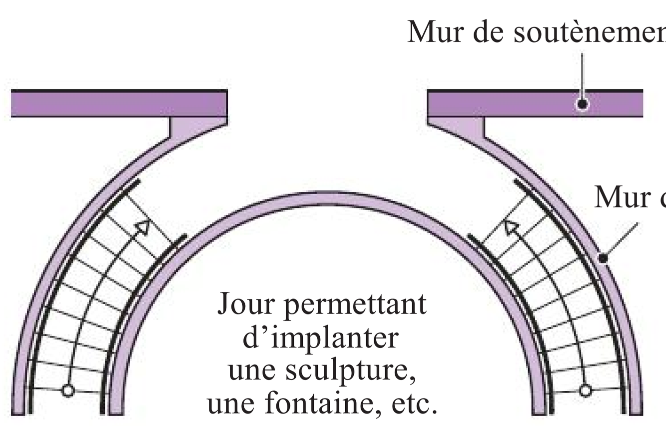
Comment ça marche

Escaliers extérieurs

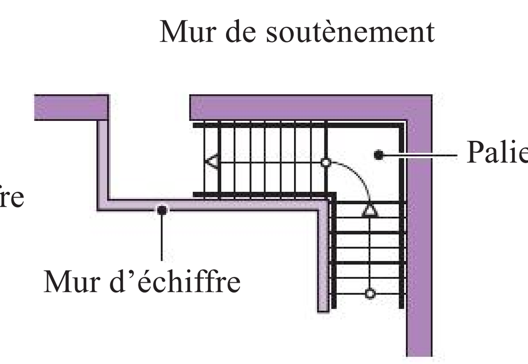
Aux abords des bâtiments, les dénivelés importants sont souvent franchis au moyen d'escaliers complexes comportant plusieurs volées, des changements de direction et des paliers de repos. Les accès extérieurs aux terrasses sur plusieurs niveaux sont également franchis par des degrés ou des emmarchements. Lorsqu'ils sont situés sur des cheminements, les escaliers peuvent être aménagés avec une grande diversité de matériaux (béton, pierre, bois, métal, etc.) qui retiennent le terrain en formant des marches réalisées avec des matériaux de remplissage.

Typologie des escaliers

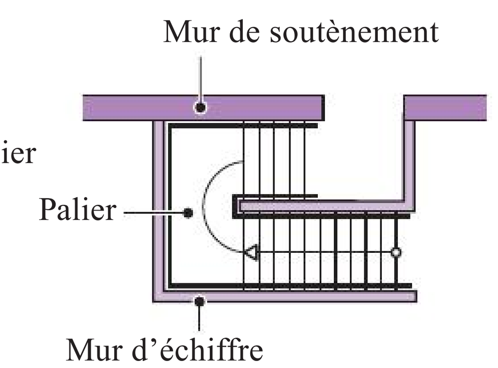
La configuration des lieux et l'effet recherché déterminent la forme des escaliers. Les types d'escaliers les plus répandus dans les aménagements présentant peu de dénivelé sont les escaliers droits à une ou plusieurs volées et à paliers intermédiaires. Certains comportent un jour central dans lequel des aménagements sont implantés : sculpture, bassin, fontaine, massif planté, etc.
Dans le cas d'escaliers hélicoïdaux, les marches sont balancées selon le rayon du cercle décrit par les murs de soutènement et d'échiffre.



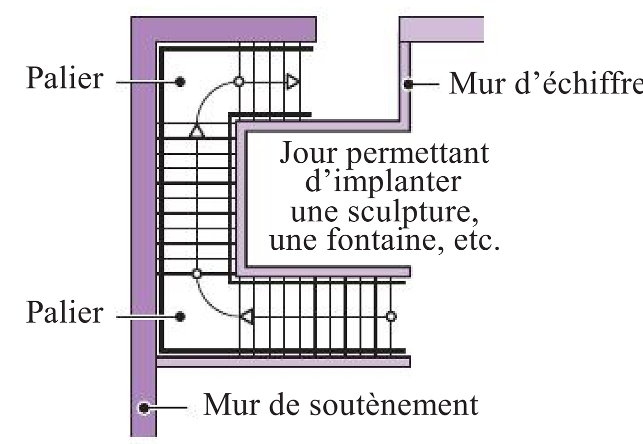
Escalier semi-circulaire
à 1 volée double hélicoïdale
à montées convergentes



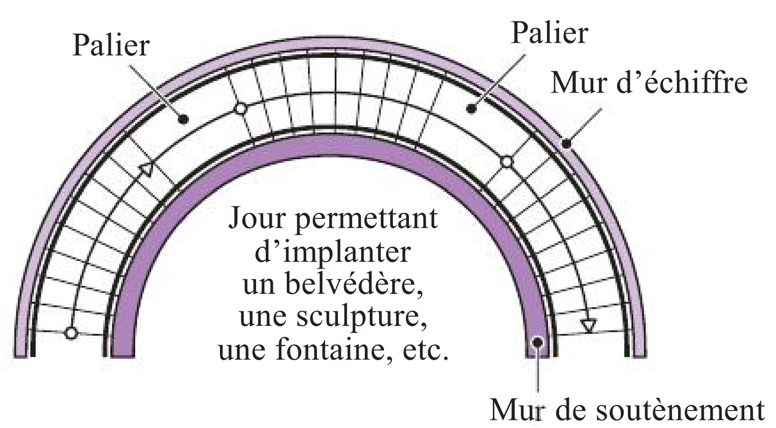
Escalier en équerre
tournant à gauche
à 2 volées droites perpendiculaires
et 1 palier intermédiaire



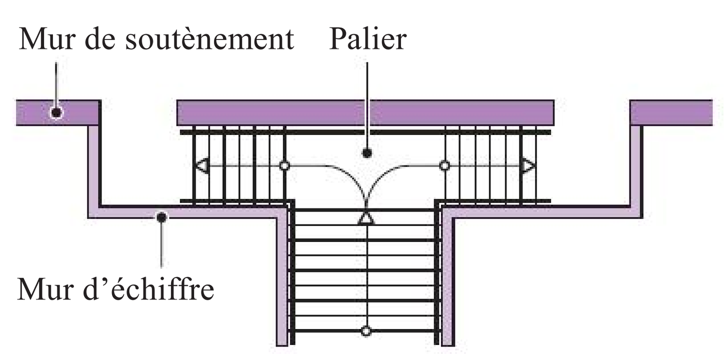
Escalier tournant à droite
à 2 volées droites parallèles
et 1 palier intermédiaire



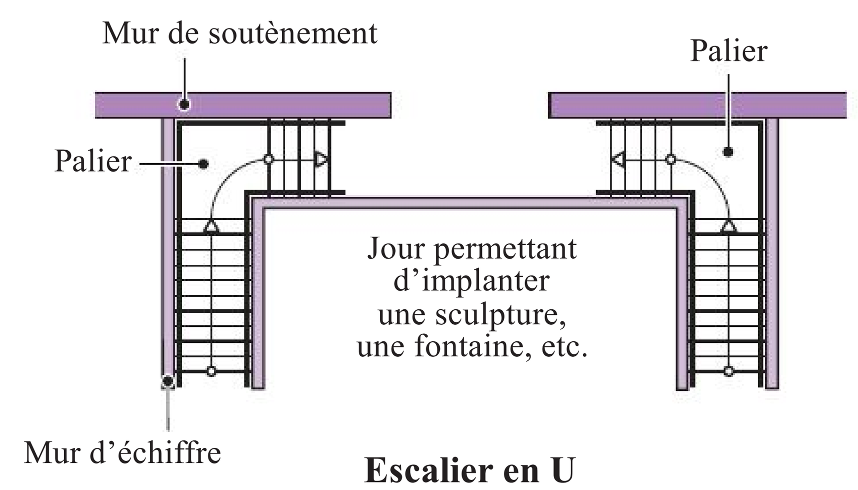
Escalier en U
tournant à droite
à 3 volées droites perpendiculaires
et 2 paliers intermédiaires



Escalier semi-circulaire
à 3 volées hélicoïdales
séparées par deux paliers intermédiaires



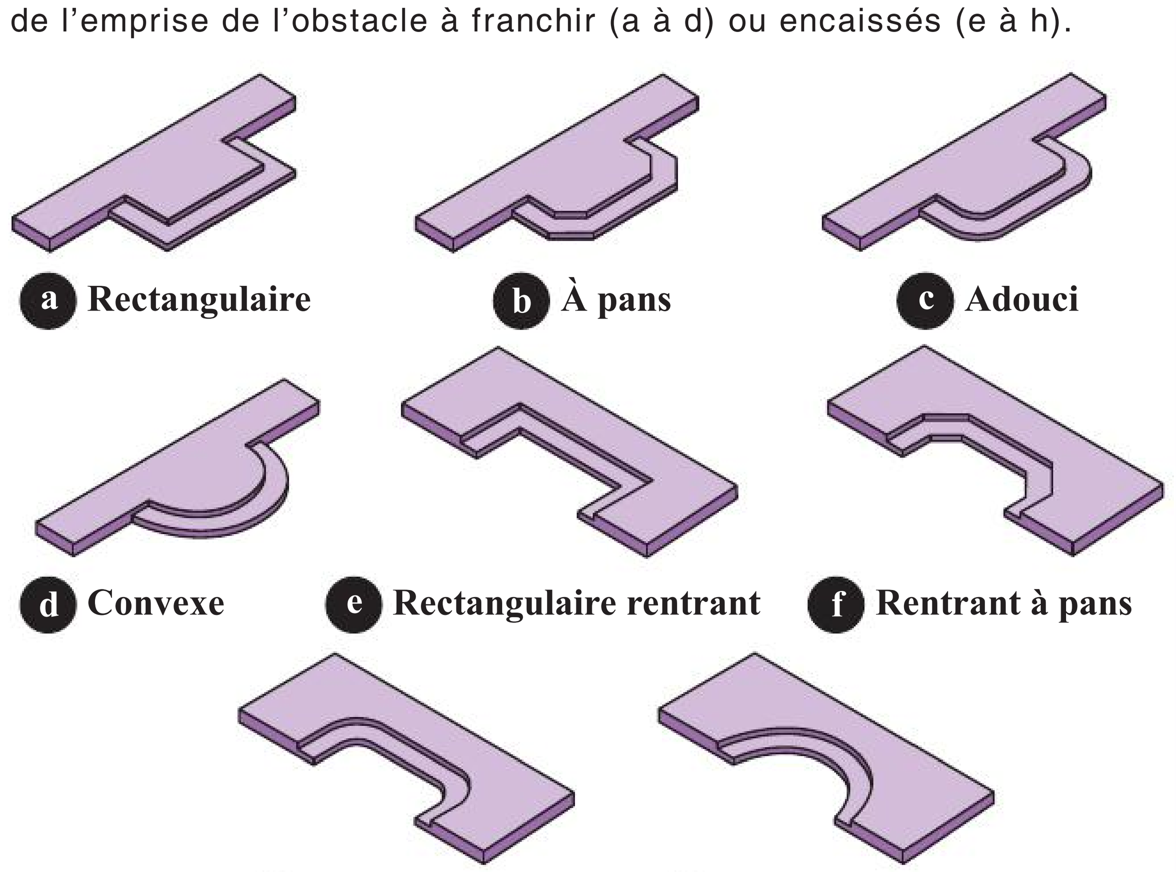
Escalier en T
à 1 volée centrale simple,
1 palier intermédiaire,
1 volée double à montées divergentes



Escalier en U
à 1 volée double à montées parallèles,
2 paliers intermédiaires,
1 volée double à montées convergentes

Typologie des degrés

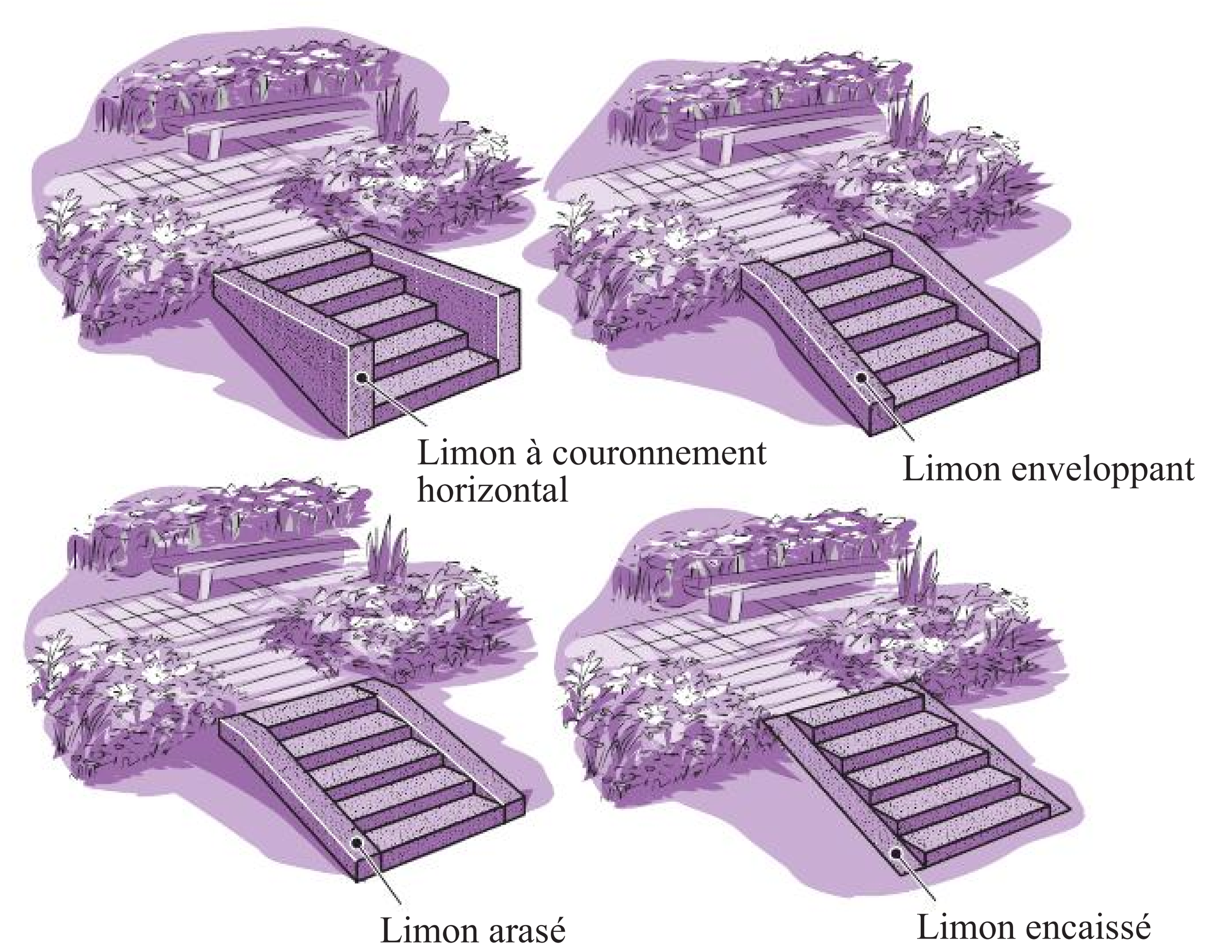
Les degrés sont des ensembles de 2 à 3 marches permettant le franchissement d'obstacles peu élevés. Ils peuvent être réalisés hors de l'emprise de l'obstacle à franchir (a à d) ou encaissés (e à h).



a Rectangulaire **b** À pans **c** Adouci
d Convexe **e** Rectangulaire rentrant **f** Rentrant à pans
g Rentrant adouci **h** Degré concave

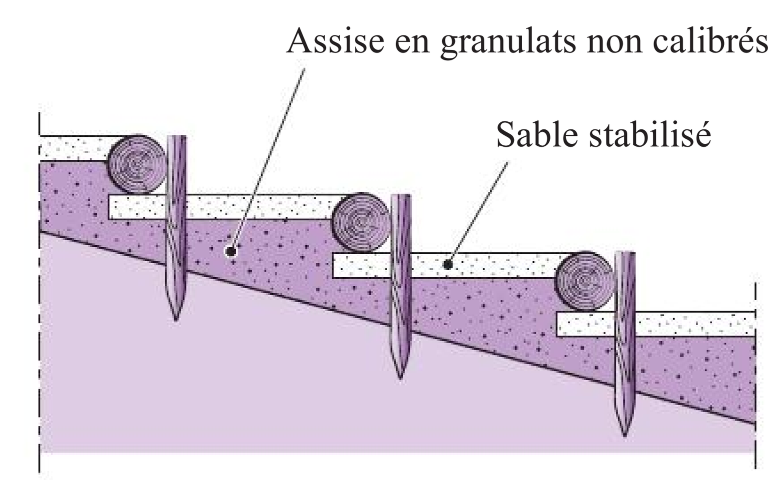
Typologie des limons

Les limons peuvent être à couronnement horizontal, enveloppants, arasés ou encaissés selon leur position par rapport aux marches.

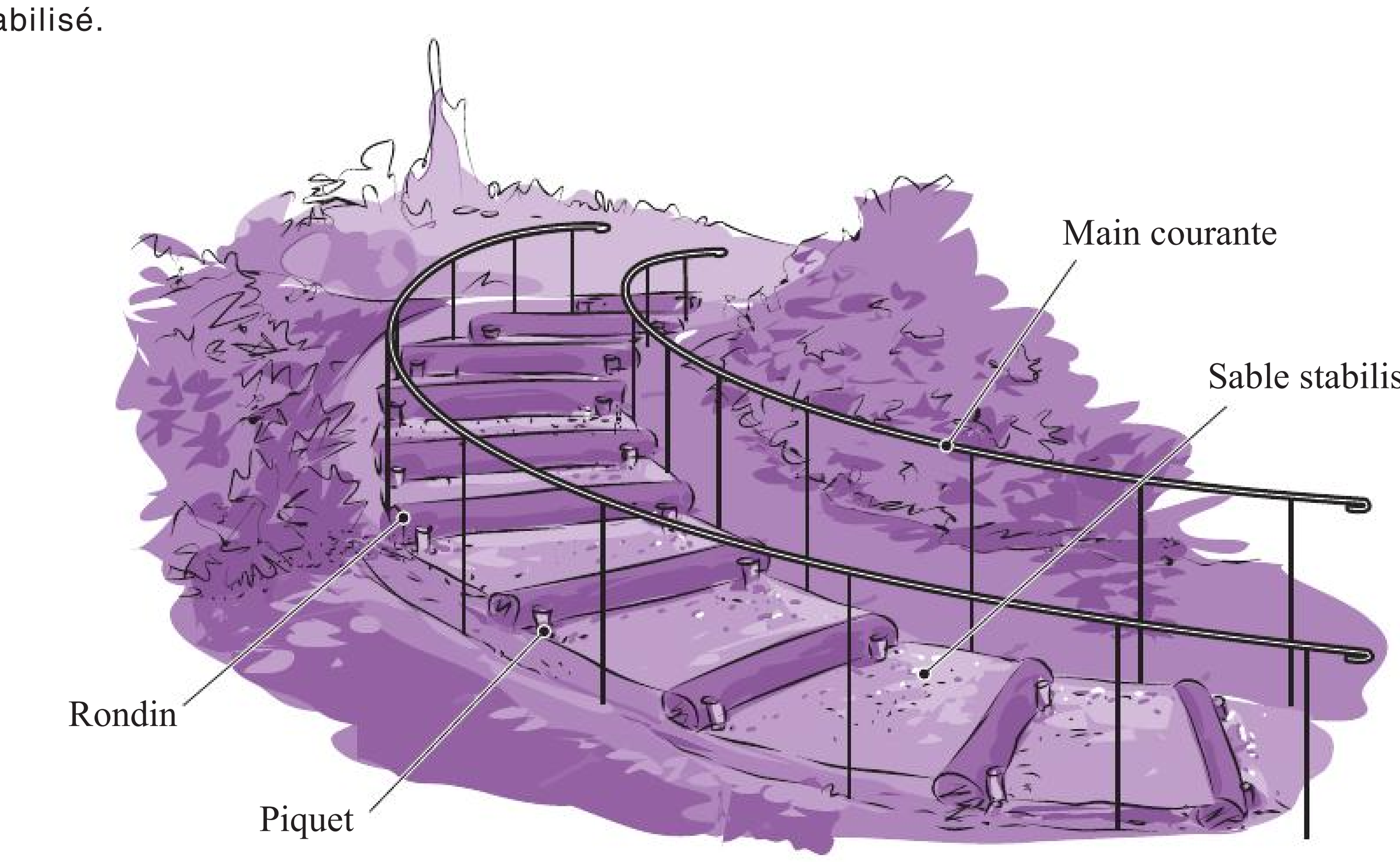


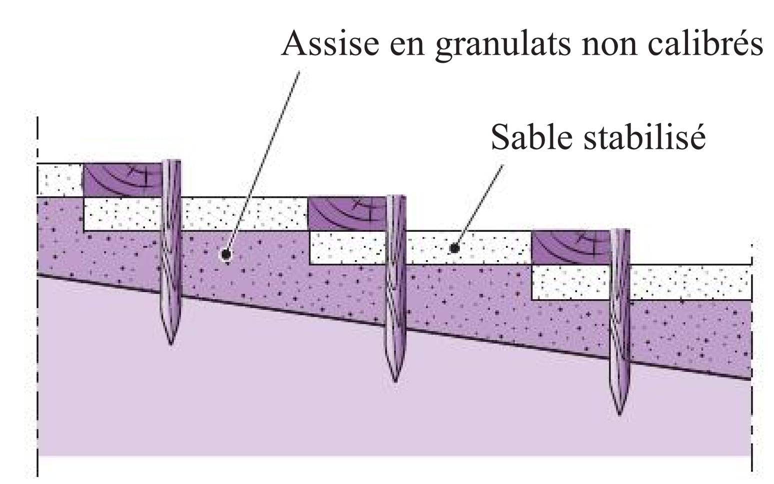
Escaliers sur cheminements

Lorsque la stabilité du sol le permet, les escaliers extérieurs peuvent être construits sur le sol préalablement compressé, avec des éléments en béton, en pierres naturelles, reconstituées ou artificielles, en briques ou en bois. Ces éléments sont posés sur une assise en tout-venant (granulats non calibrés), un lit de sable ou de mortier. Les contremarches réalisées avec des rondins ou des poutres, en bois ou en béton, sont maintenues par des piquets aux deux extrémités des emmarchements. La marche est alors réalisée avec des éléments de remplissage : béton coulé en place, pavés, pierres, briques ou sable stabilisé.

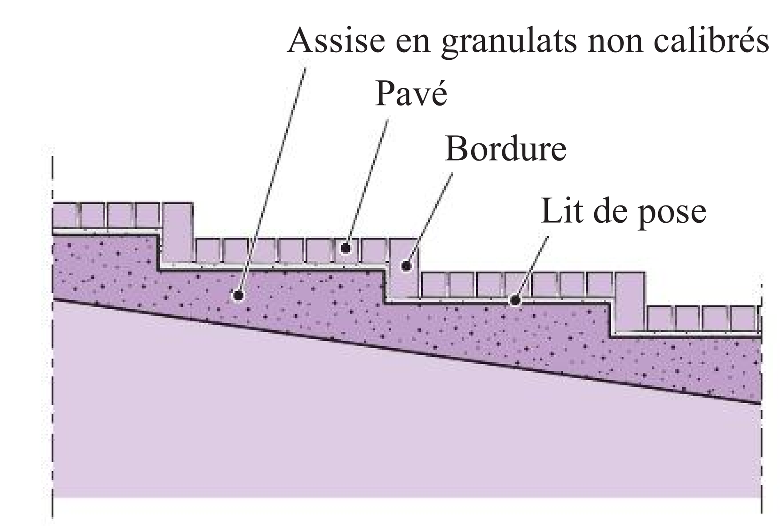


Escalier en sable stabilisé avec une contremarche en rondin maintenue par des piquets

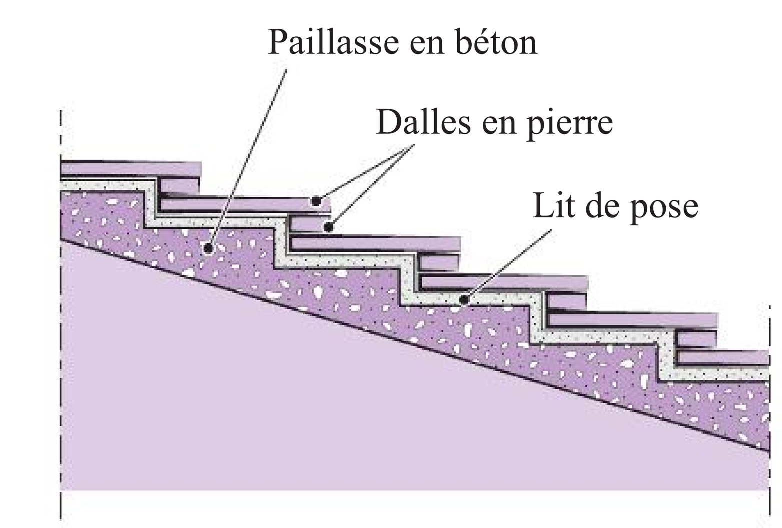




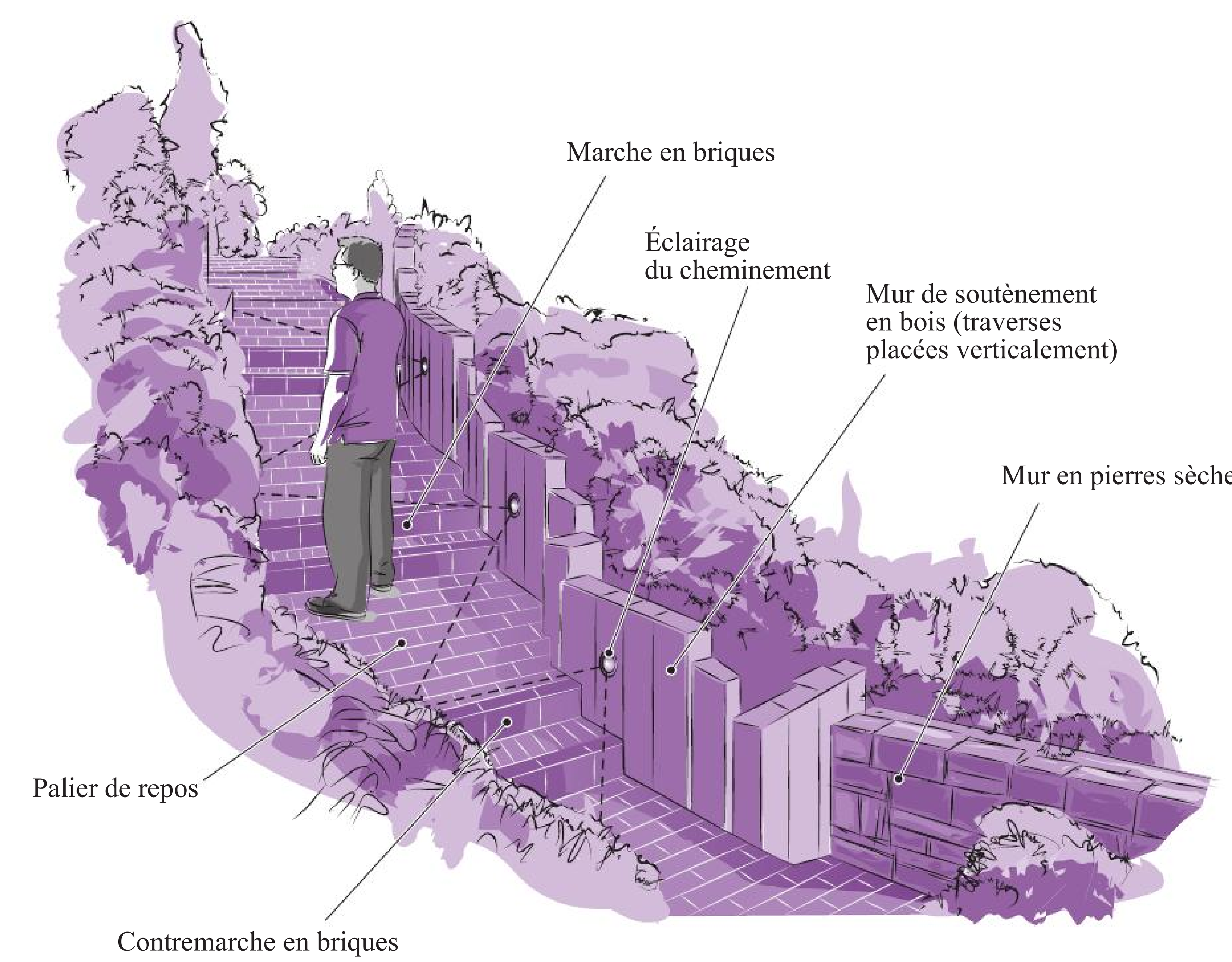
Escalier en sable stabilisé avec contremarches en bois (poutre) maintenues par des piquets



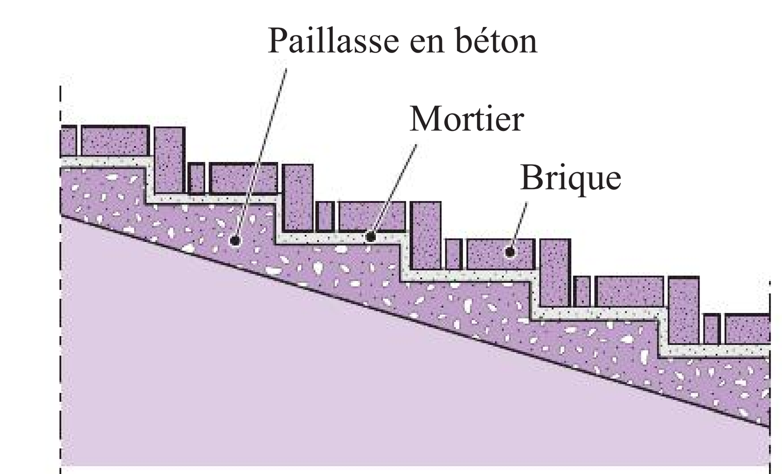
Escalier en pierre naturelle avec contremarches en bordure et marches en pavés



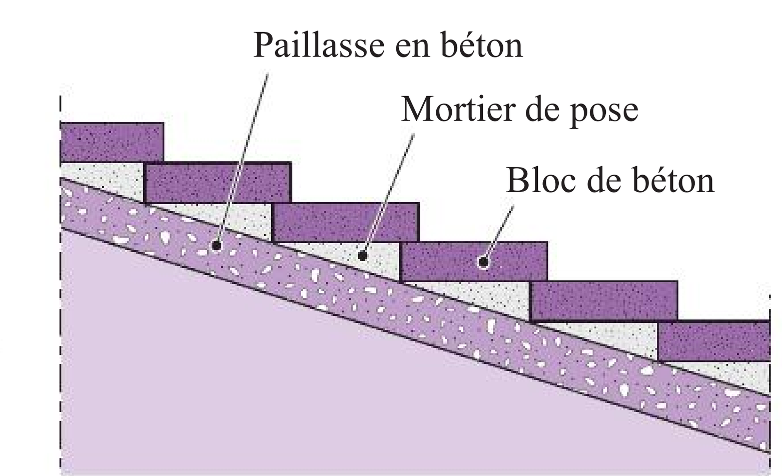
Escalier en dalles de pierre naturelle



Exemple d'escaliers extérieurs



Escalier avec marches et contremarches en brique



Escalier avec marches en blocs de béton

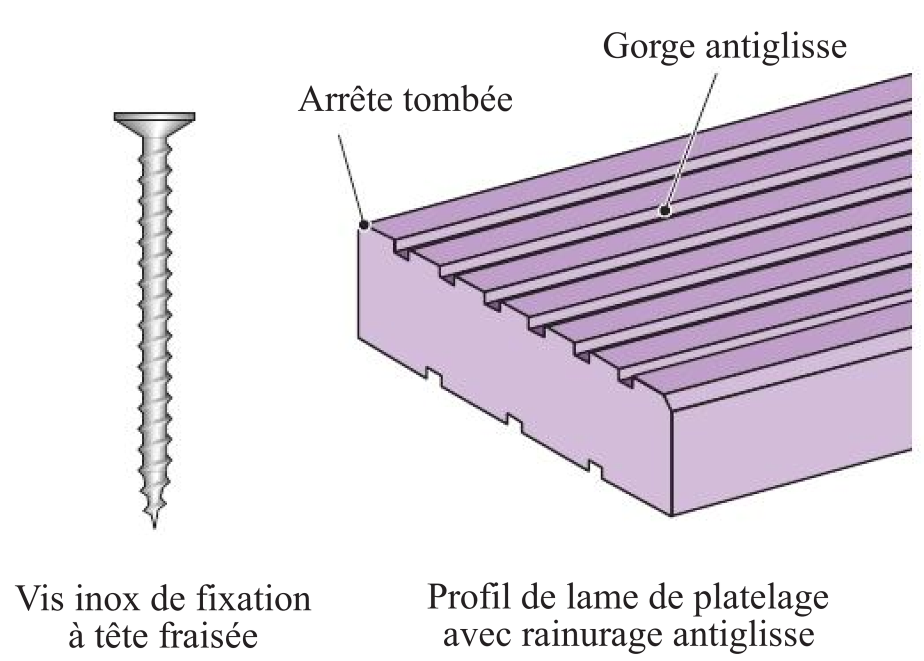
Comment ça marche

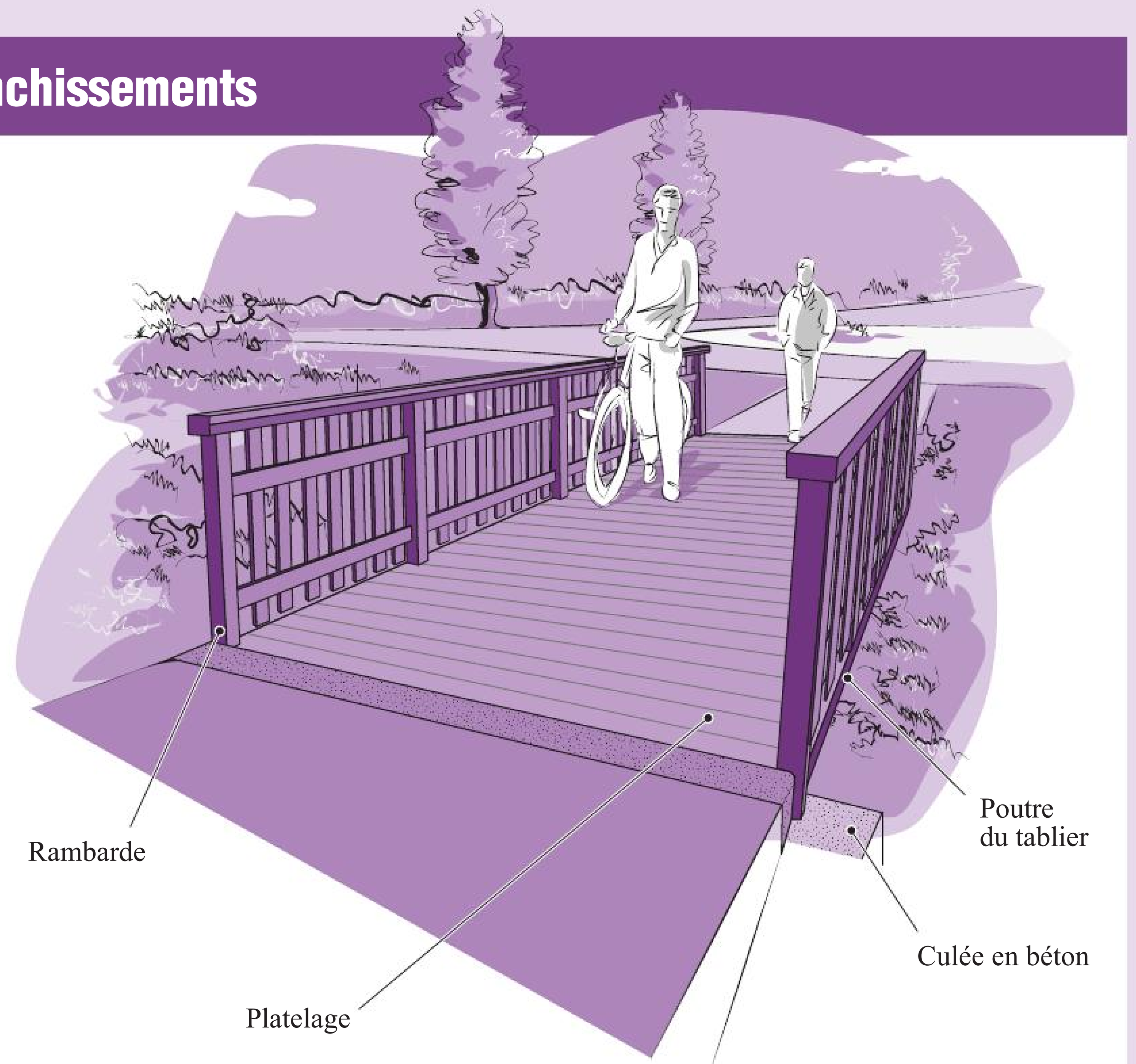
Platelages extérieurs en bois

Le platelage permet d'aménager des zones et configurations de terrain variées. Outre son utilisation pour la mise en œuvre des terrasses, circulations et aménagements aux abords des bâtiments, il permet d'aborder les plages, les dunes, les franchissements de rivière, l'aménagement des berges d'étang, de lacs et les cheminements en espaces verts. Très souvent implanté dans des zones protégées et sensibles, le platelage en bois est écologique.

Platelage pour cheminements et franchissements

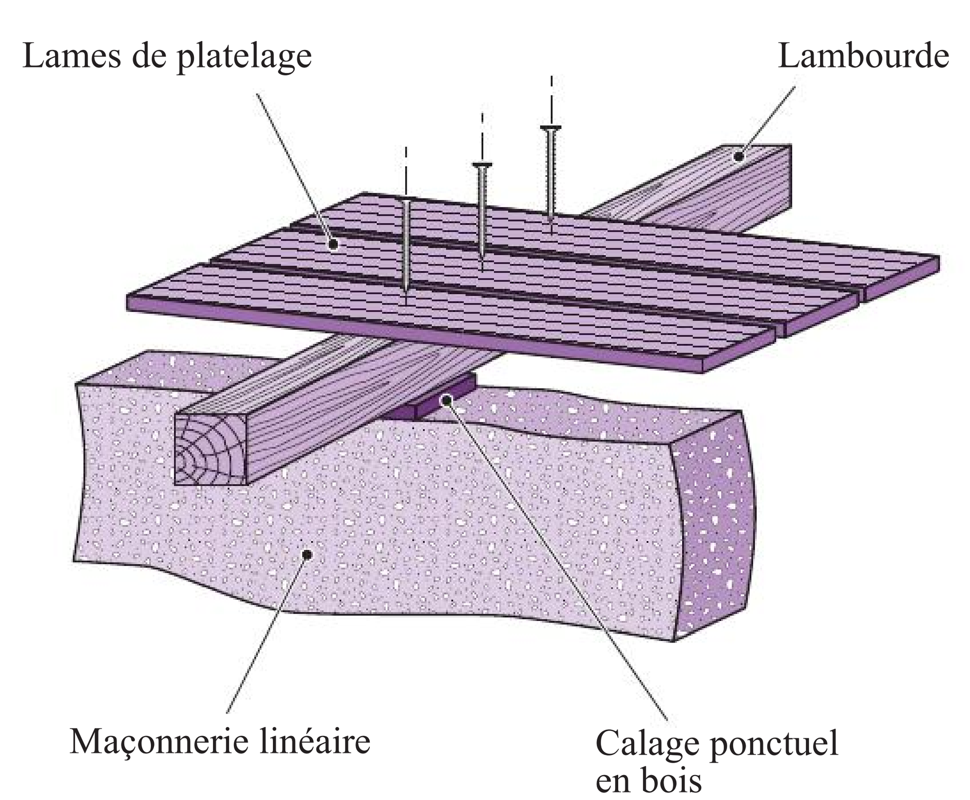
Les lames de platelage présentent généralement un rainurage de gorges antiglisse et deux arêtes tombées afin d'éviter leur arrachement. L'écartement entre les lames doit être calculé en fonction des retraits et des gonflements saisonniers ainsi que de la teneur en eau initiale des bois. Il doit toujours être compris entre 3 et 12 mm, pour des lames d'une largeur inférieure ou égale à 140 mm. Leur fixation est effectuée par vis (vis inox conseillées, avant-trous nécessaires).





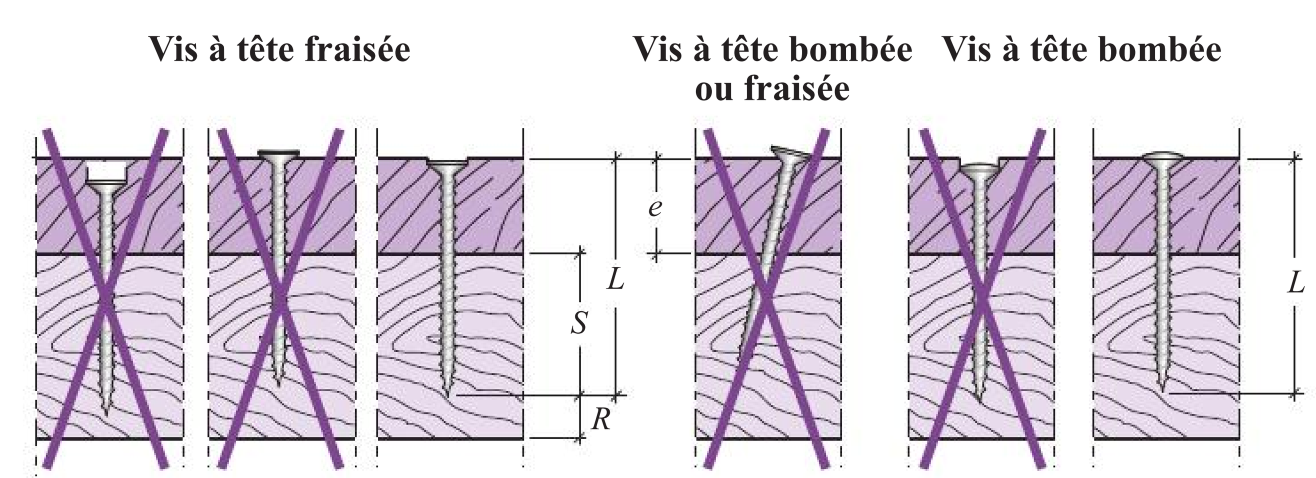
Lambourdes sur support en béton

Le support en béton peut être un dallage, des éléments linéaires en béton, des plots en béton sur sol drainant, en quinconce ou alignés. Le support en béton doit avoir une pente minimale de 1,5 %, et la conception du platelage doit permettre l'évacuation des eaux de pluie. Les lambourdes sont vissées sur le support en béton au moyen de fixations traversantes directes ou d'équerres latérales. Ces organes de fixation ne sont pas obligatoirement en acier inoxydable.



Fixation des lames sur les lambourdes

La fixation s'effectue par vis inox A2 ou A4 ; les vis galvanisées, électrozinguées et la fixation par pointes sont proscrites. Les vis peuvent être à tête fraisée ou bombée. La caractéristique minimale à l'arrachement requise pour une vis est de 50 daN. Le prépercage des lames de platelage est obligatoire dans tous les cas, sauf pour les lames en bois d'une masse volumique inférieure à 800 kg/m³.



En cas d'utilisation de têtes fraisées, le nu supérieur de la vis doit être légèrement inférieur à la face supérieure de la lame.

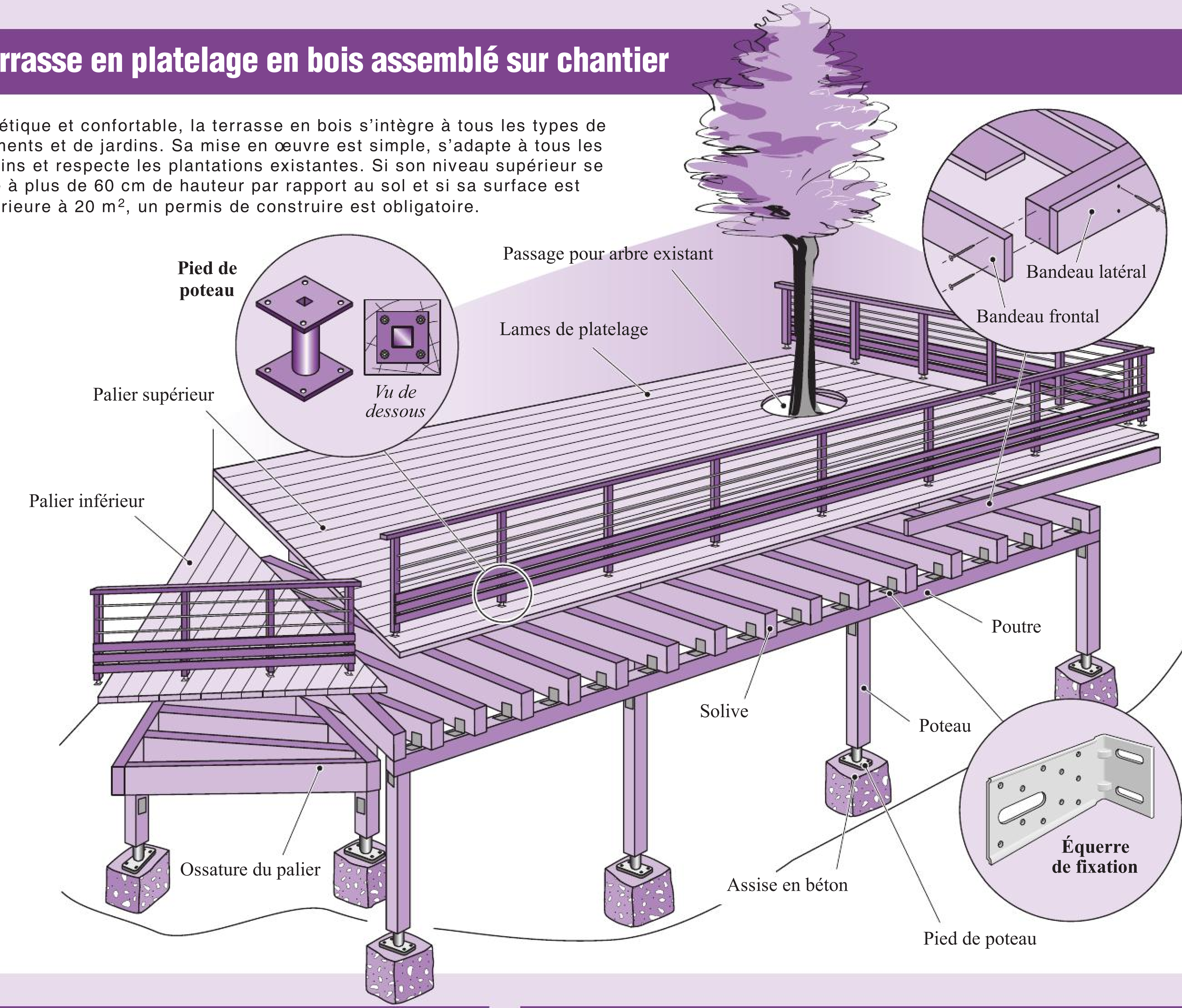
En cas de mise en œuvre avec tête émergente, celle-ci est impérativement bombée afin de ne pas créer d'obstacle.

Règles
$L \geq 2{,}5 \times e$
$R \leq 10$ mm mini
$S \geq 6 \times$ diamètre extérieur du filet de la vis

e : épaisseur du platelage
L : longueur de la vis

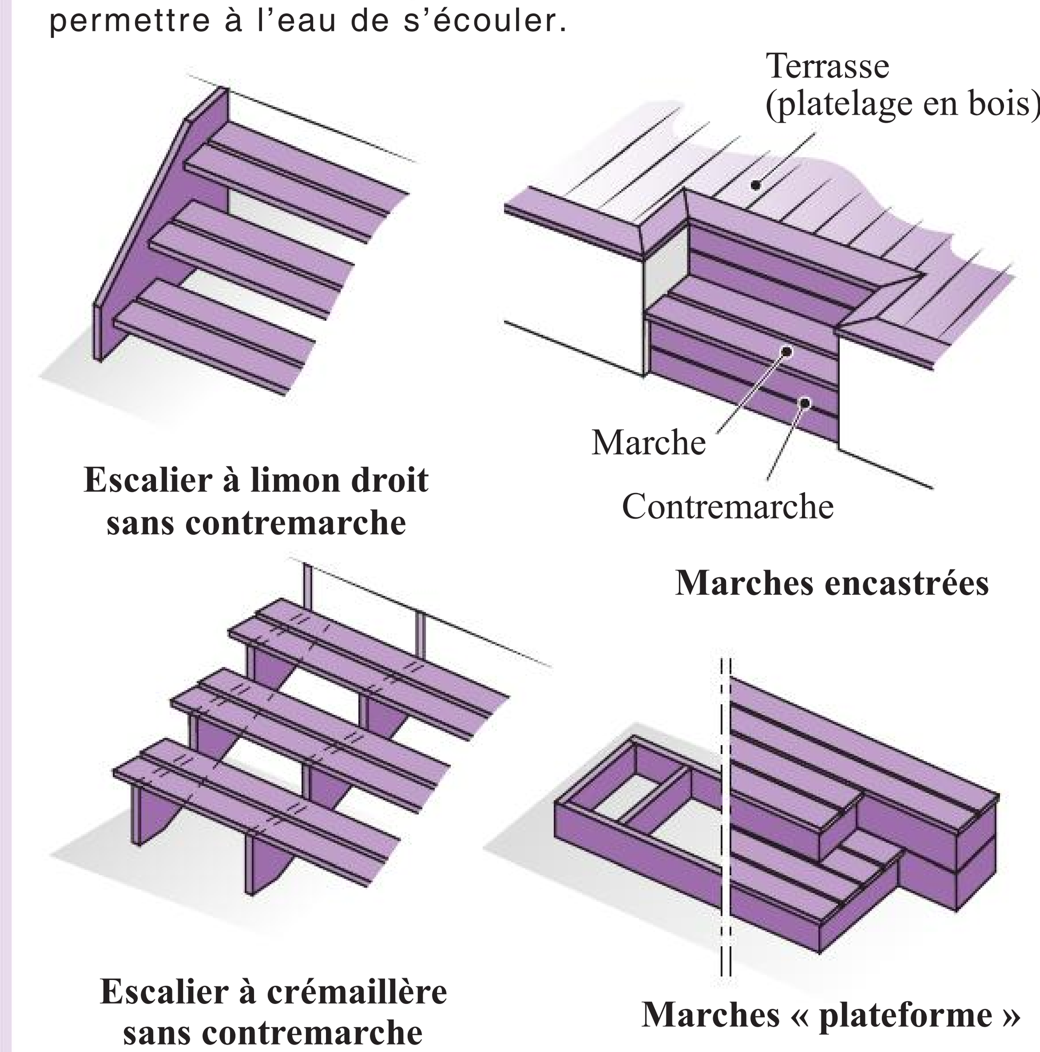
Terrasse en platelage en bois assemblé sur chantier

Esthétique et confortable, la terrasse en bois s'intègre à tous les types de bâtiments et de jardins. Sa mise en œuvre est simple, s'adapte à tous les terrains et respecte les plantations existantes. Si son niveau supérieur se situe à plus de 60 cm de hauteur par rapport au sol et si sa surface est supérieure à 20 m², un permis de construire est obligatoire.



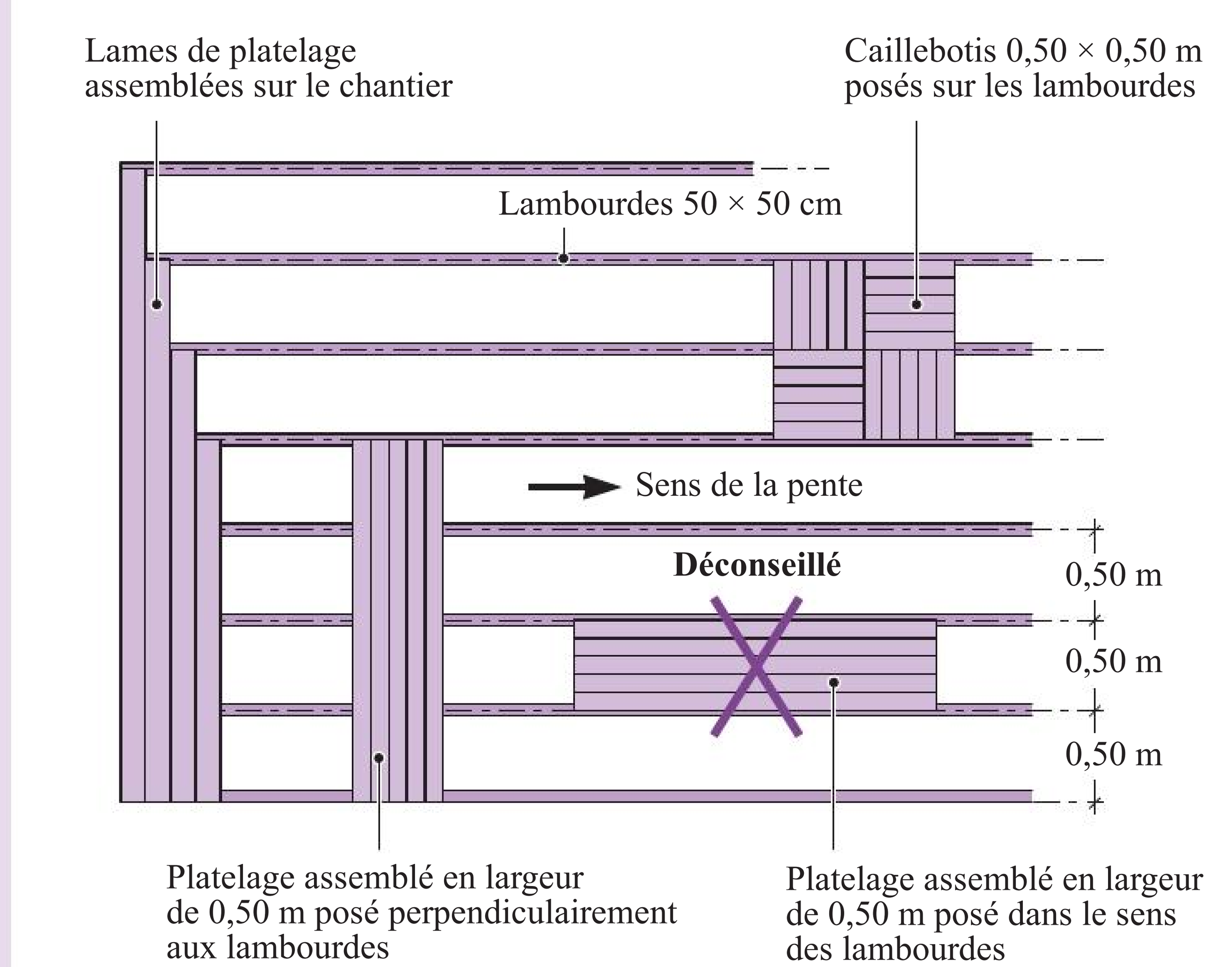
Escaliers d'accès

Les escaliers d'accès aux terrasses ont une progression douce, avec des hauteurs de marches comprises entre 12 et 15 cm et un giron de 35 à 40 cm. Ce dernier doit présenter une très légère pente d'environ 1 % pour permettre à l'eau de s'écouler.



Sens de pose des lames et des caillebotis

Les lames de platelage pour terrasse peuvent être préassemblées hors chantier, ce qui permet une pose perpendiculaire ou dans le sens des lambourdes, dont l'entraxe doit être contrôlé avec soin.



Comment ça marche

Pergolas, marquises et auvents

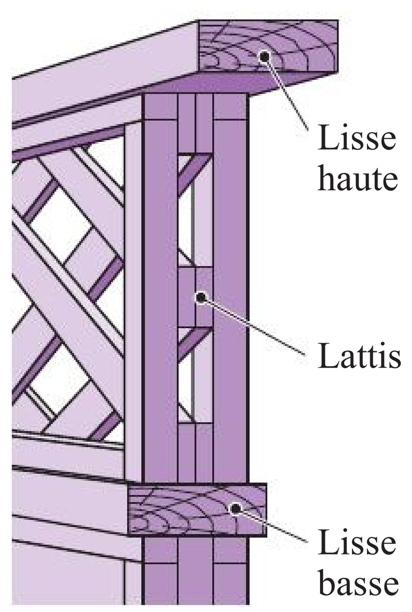
Les pergolas sont généralement construites en bois ou en métal. Elles structurent l'espace du jardin, abritent une terrasse, mènent à un panorama ou offrent un espace de détente. Le choix de l'espalier, qui servira de support aux plantes grimpantes, doit tenir compte des particularités des espèces. Les marquises, situées au-dessus des portes et des perrons, protègent des intempéries. Les auvents, attenants ou non à un bâtiment, permettent d'abriter un véhicule ou du matériel.

Pergolas

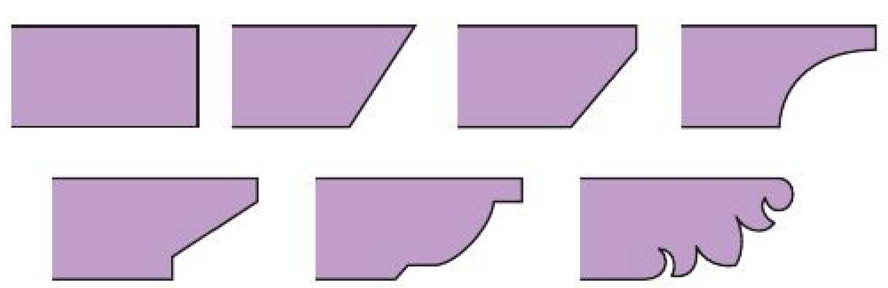
Une pergola est utilisée comme support pour les plantes grimpantes (a) et peut être partiellement fermée par des claustras (b) ou des espaliers. Ses pannes horizontales en forme de toiture (c) sous lesquelles peuvent être installés des stores (d) sont soutenues par des poteaux (e). Utilisée comme un espace à vivre, elle jouxte parfois la maison et la protège des rayons du soleil (f).



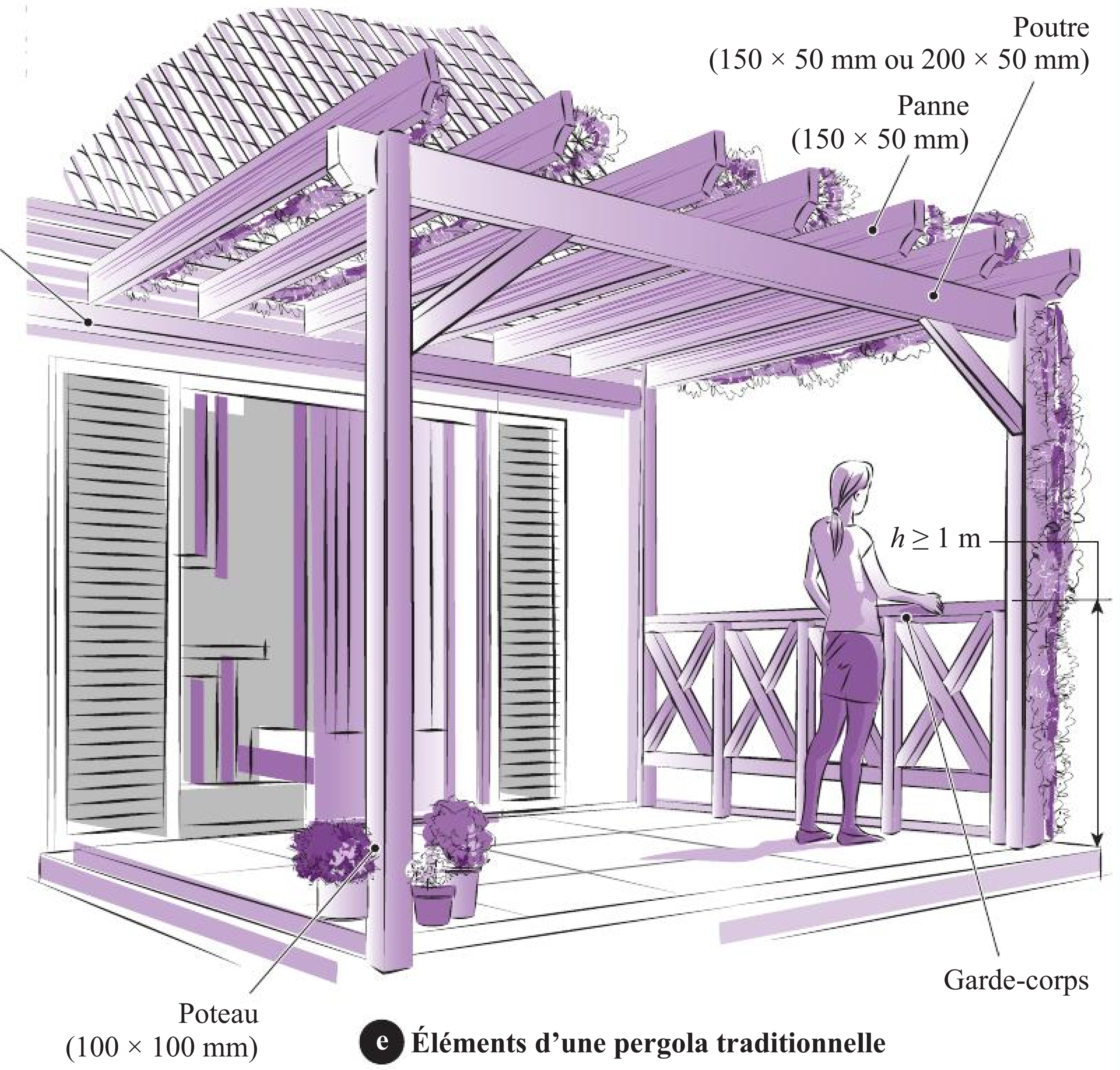
a Petite pergola en angle



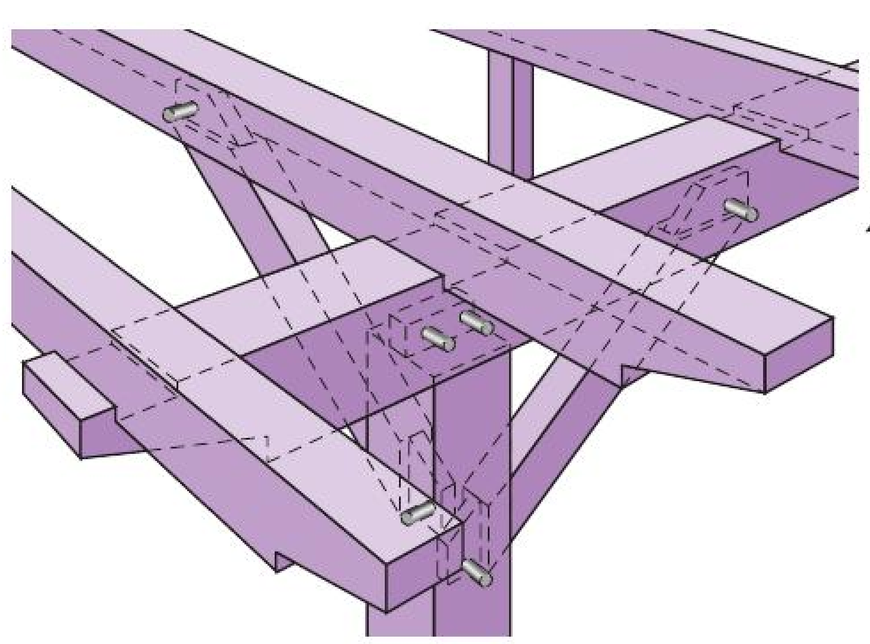
b Claustra



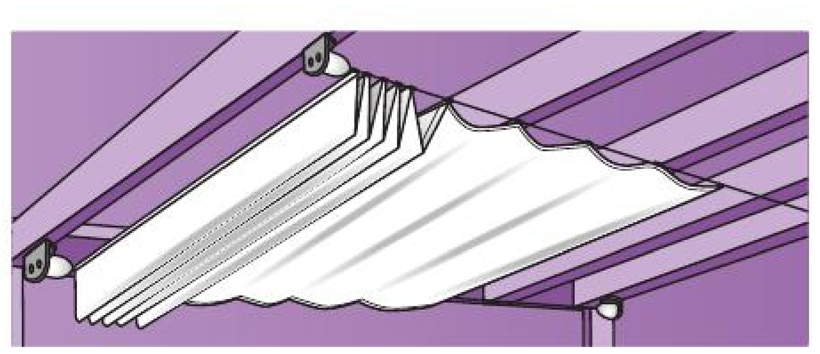
c Extrémités de pannes



e Éléments d'une pergola traditionnelle



Détail d'assemblage poteau/poutre/panne



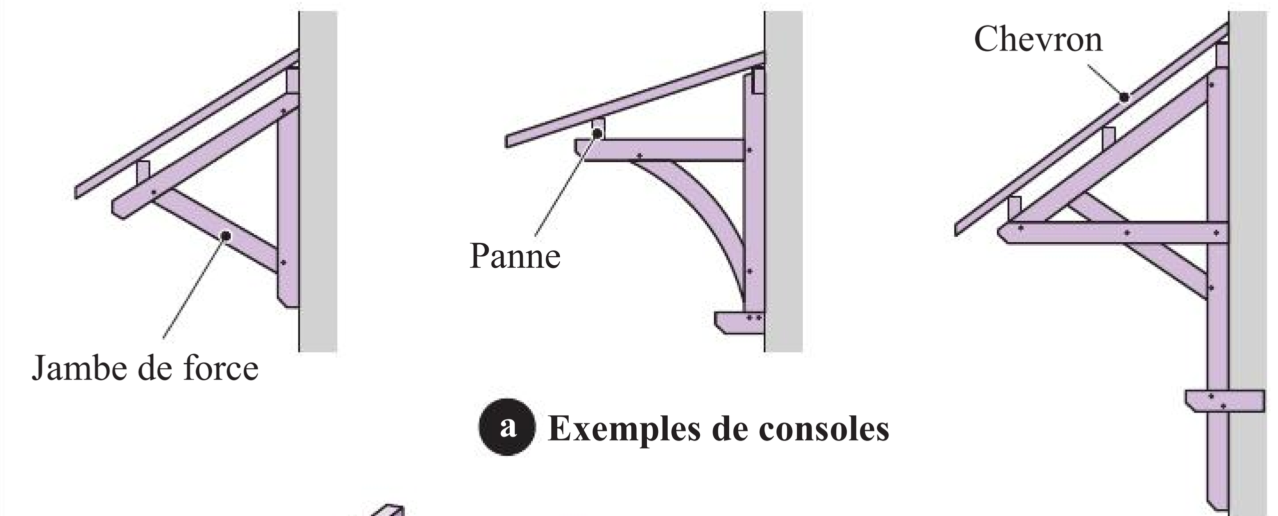
d Store en toile sur câbles



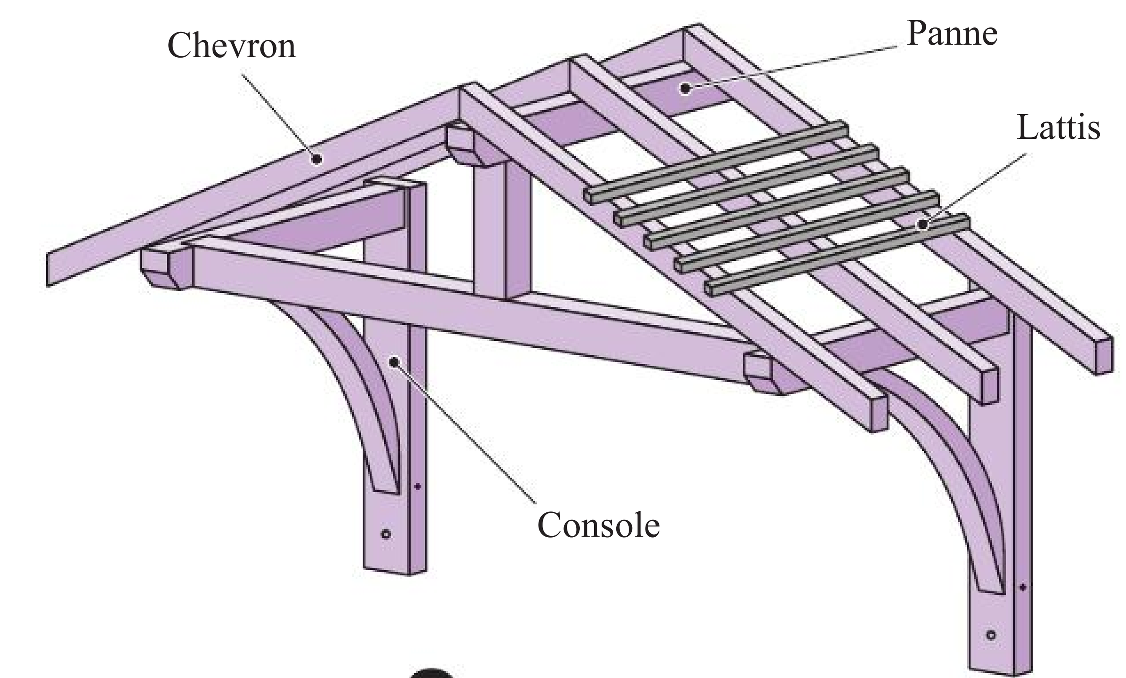
f Espace à vivre jouxtant la maison

Marquises

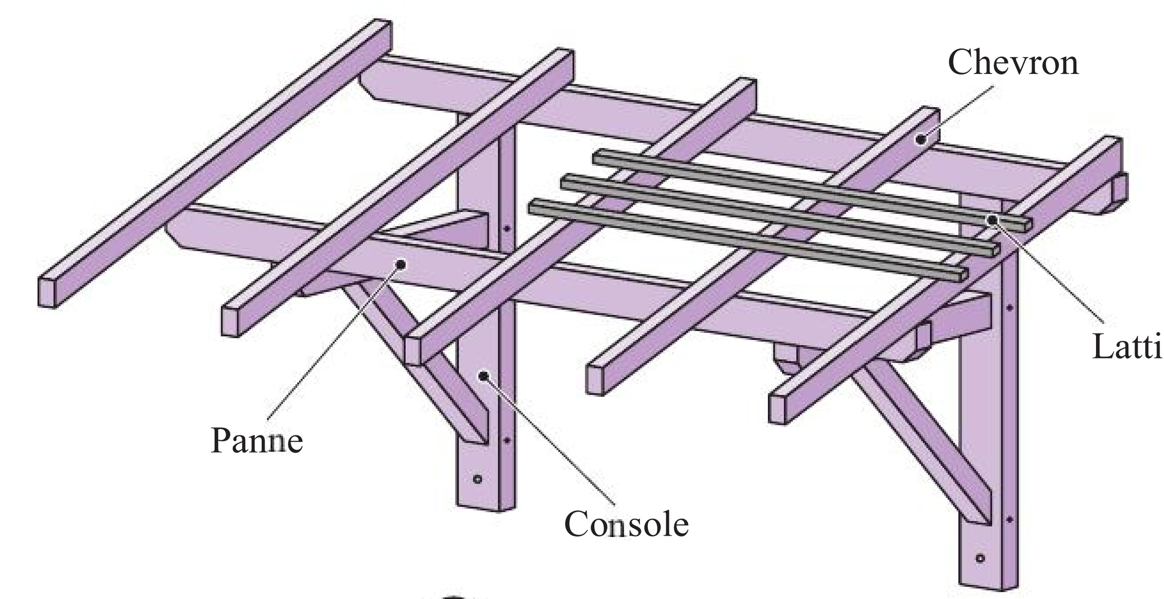
Une marquise est une petite charpente constituant une toiture qui peut être vitrée, le plus souvent adossée à un mur et située au-dessus d'une porte, d'un perron ou d'une fenêtre ; elle a un rôle décoratif et sert d'abri et de protection. Elle est constituée d'une structure en pannes et chevrons, pour supporter une couverture, et de consoles (a) pour la soutenir. Elle est rectangulaire à une (b), deux (c) ou trois pentes (d), ou en demi-cercle. Certains modèles peuvent être beaucoup plus ouvragés.



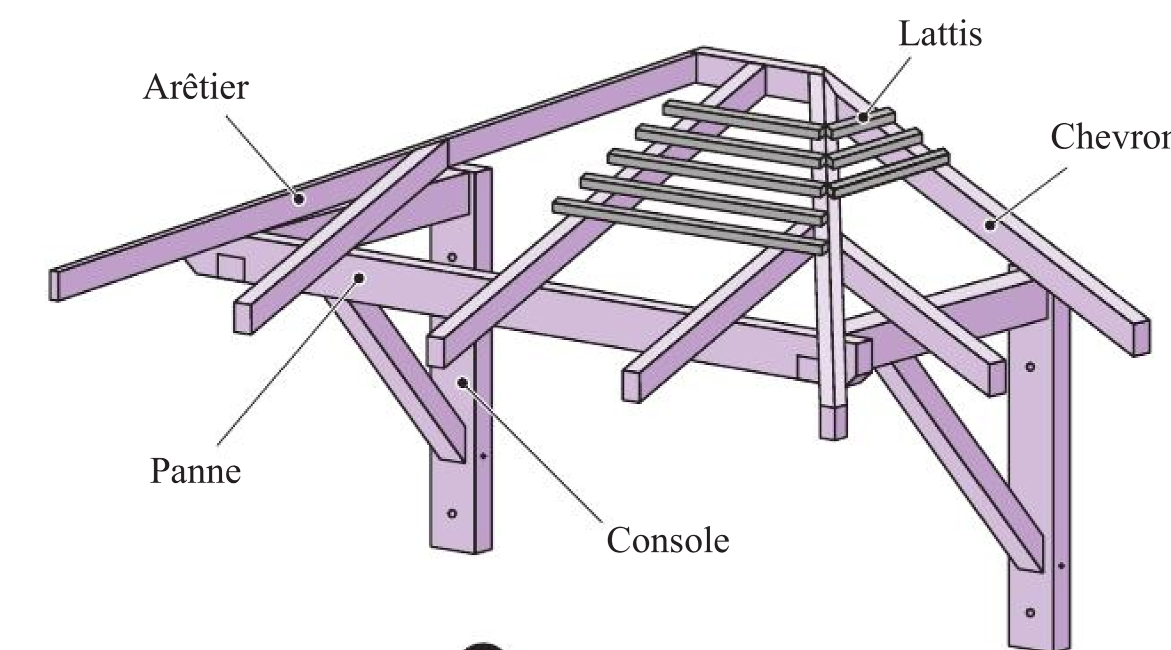
a Exemples de consoles



c Marquise à deux pentes



b Marquise à une pente



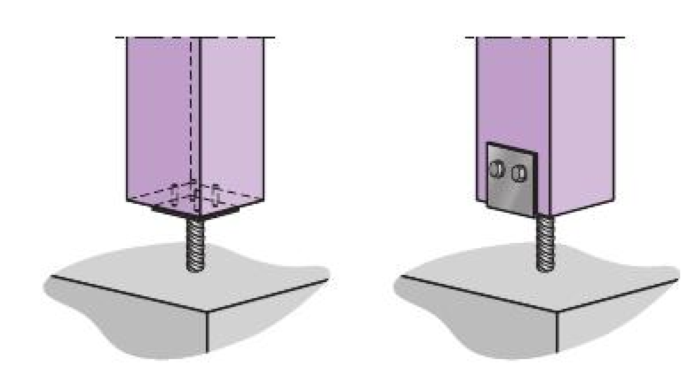
d Marquise à trois pentes

Auvents

Un auvent est un avant-toit attenant ou non à un bâtiment. Il permet d'abriter un véhicule, un salon de jardin, du bois de chauffage, un portail (a), etc. Un permis de construire est nécessaire pour les surfaces supérieures à 20 m². Pour les surfaces plus petites, une déclaration de travaux en mairie est suffisante. Des pieds métalliques (b) évitent les remontées d'humidité en isolant du sol les pieds de poteaux qui supportent la charpente : ils ne doivent en aucun cas être scellés.

Il existe de nombreux types d'auvents :
- adossés à une pente (c) ;
- adossés à deux pentes (d) ;
- non adossés à deux pentes (e) ;
- etc.

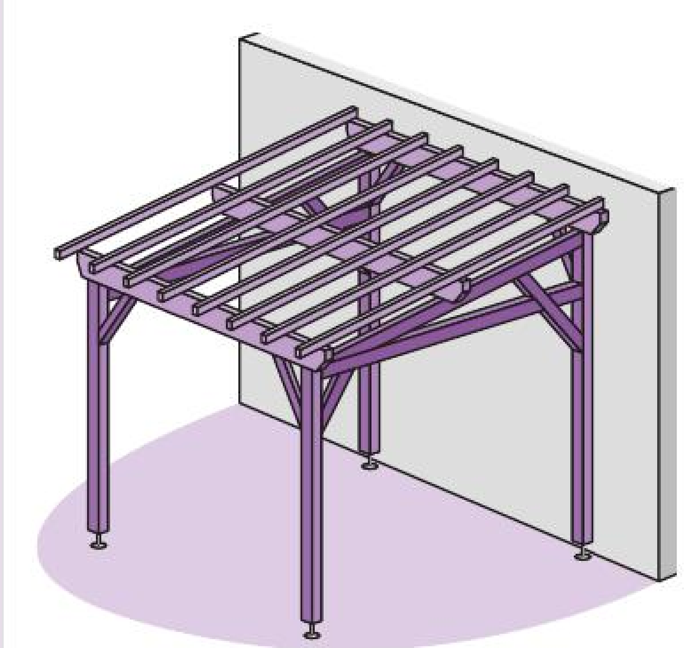
La mise en œuvre de la charpente d'un auvent s'apparente à celle d'une charpente traditionnelle.



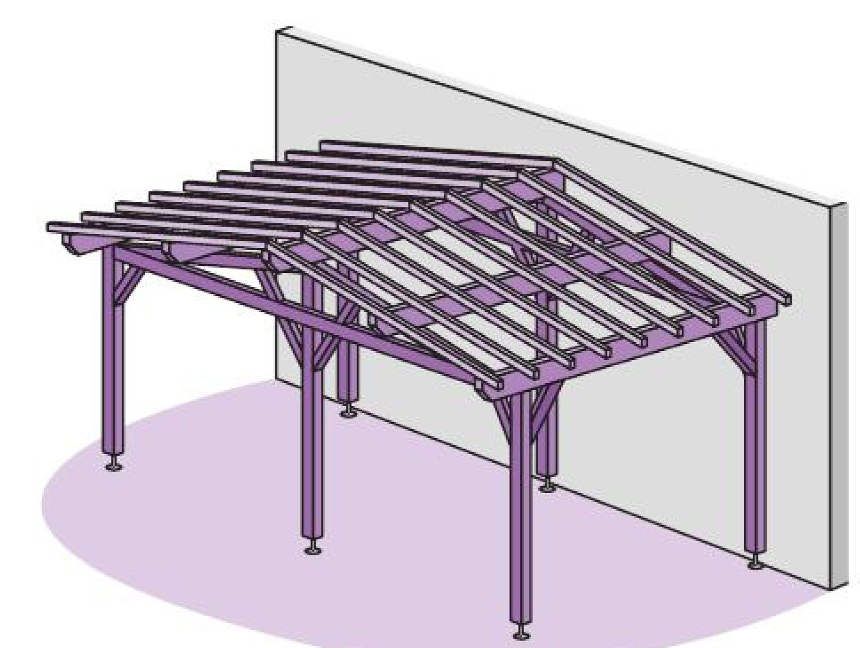
b Exemples de pieds de poteaux métalliques



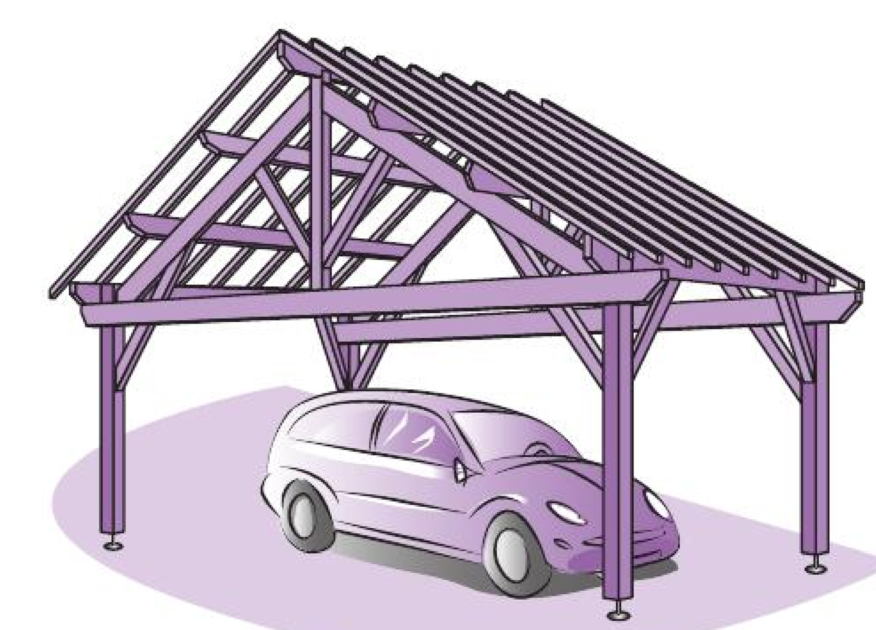
a Portail abrité par un auvent



c Auvent adossé à une pente



d Auvent adossé à deux pentes



e Auvent non adossé à deux pentes

Comment ça marche

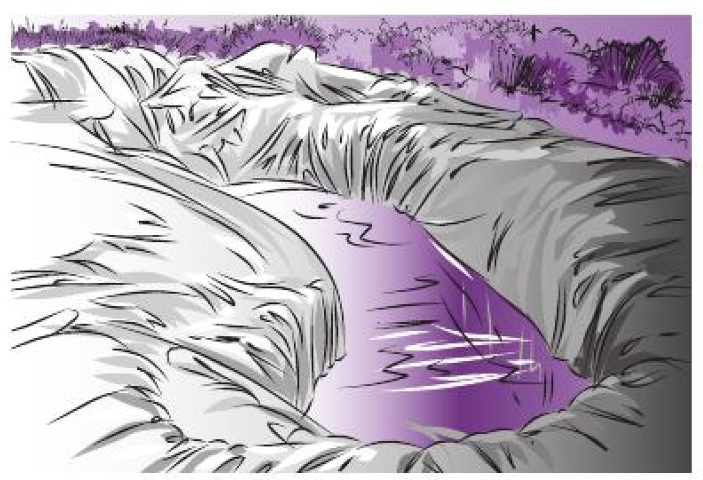
Bassins et fontaines

Les bassins et fontaines permettent d'agrémenter le cadre de vie. Leur esthétisme réside dans les éléments qui les composent : forme du bassin, eaux calmes ou en mouvement, jets d'eau, ruisseaux, végétation (nymphéas, lotus, etc.). Les jardins d'eau se différencient des plans d'eau par leurs dimensions et leurs dispositions constructives artificielles. L'eau maîtrisée dans les bassins et fontaines s'intègre harmonieusement dans le paysage architectural et paysager.

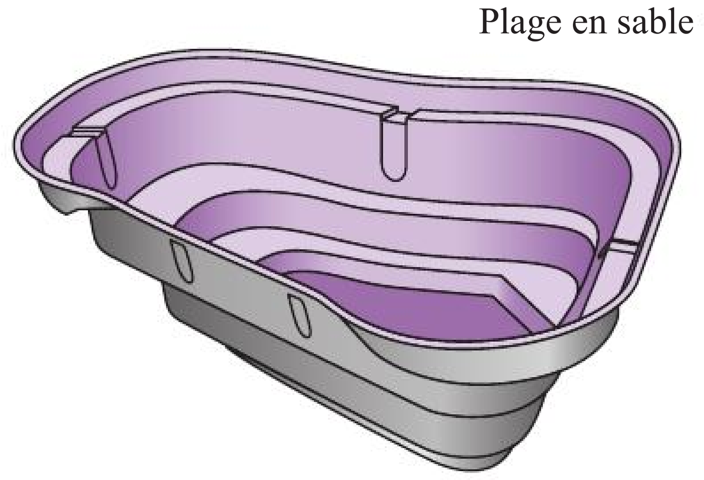
Types de bassins et dispositions constructives

Les bassins d'agrément doivent être implantés dans un endroit ensoleillé, loin des zones plantées d'arbres à feuilles caduques. Sont distingués :
- les bassins en maçonnerie : relativement coûteux, ils impliquent un béton correctement dosé ainsi que des armatures adaptées pour prévenir les microfissures ;
- les bassins étanchés par liners en polyéthylène ou en PVC (a) : posés sur du sable de rivière ou sur une membrane géotextile, ils sont économiques et polyvalents ;
- les bassins préformés en plastique renforcé ou en fibre de verre (b) : de toutes formes, ils sont faciles et rapides à mettre en place.

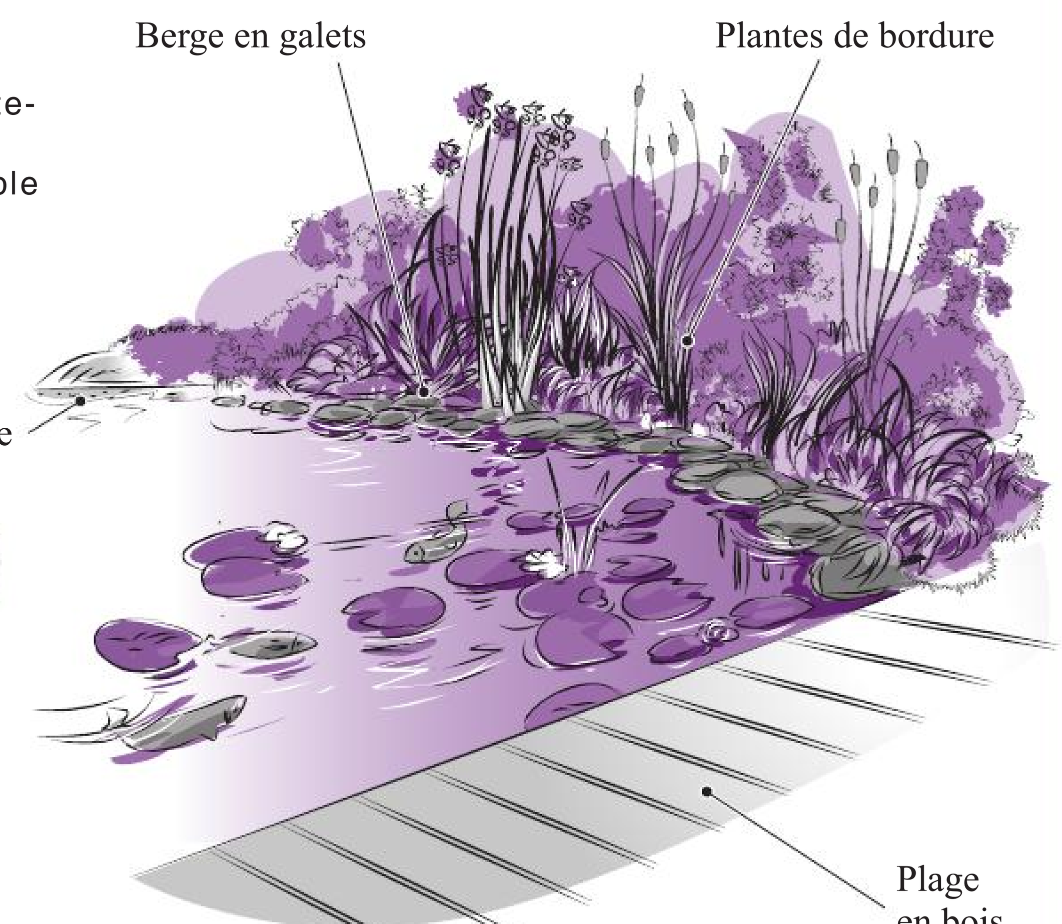
Les berges et plages (c) sont en bois, en galets, en sable ou plantées.



a **Bassin en liner flexible**



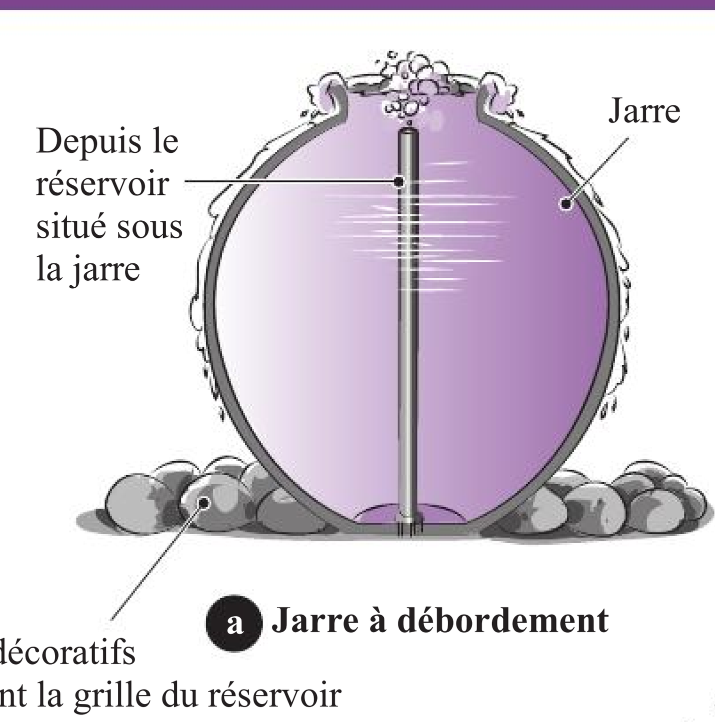
b **Bassin préformé en plastique renforcé**



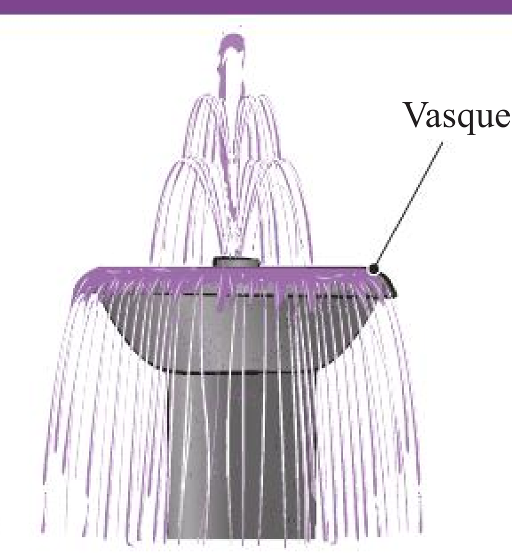
c **Berges et plages**

Ornements et jeux d'eau

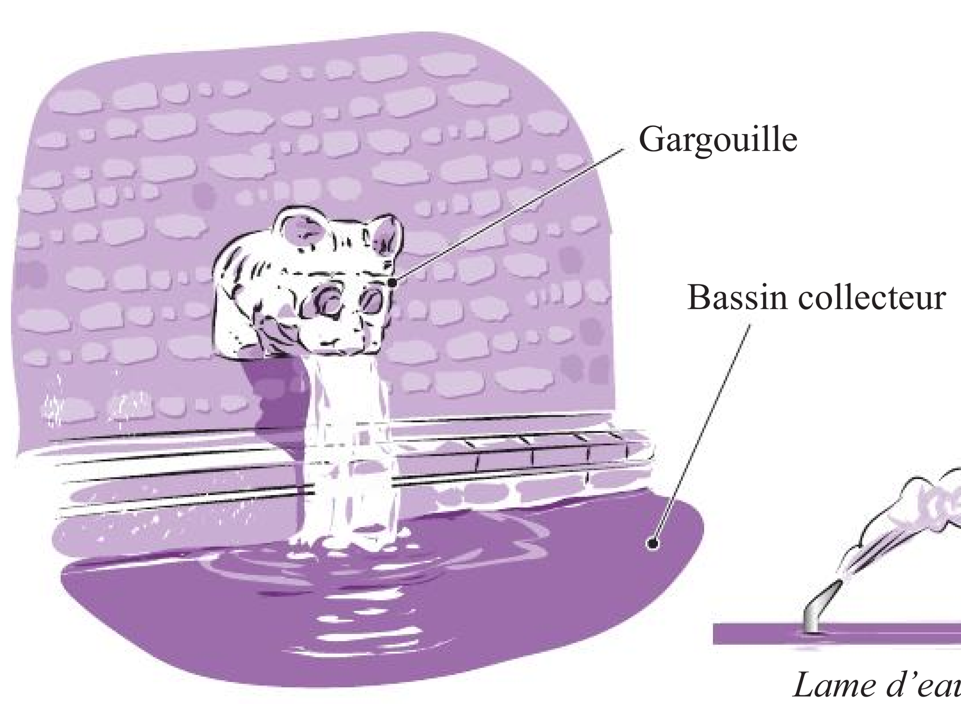
Les conteneurs (bacs, auges, demi-tonneaux, jarres (a) ou vasques (b)) permettent de réaliser rapidement et à moindre frais des bassins miniatures avec une circulation d'eau en circuit fermé.
Les fontaines murales (c) sont constituées d'un masque ou d'une gargouille pouvant représenter la tête d'un animal ou d'une déesse, qui rejette l'eau pompée dans un bassin collecteur posé au sol. Les jets des fontaines à bassin offrent des styles qui s'adaptent à tous les jardins, simples ou sophistiqués. La hauteur de la fontaine dépend du diamètre du bassin et des caractéristiques du jet. Pour que le bassin retienne l'eau en cas de vent, il est nécessaire que la hauteur du jet ne dépasse pas le diamètre du bassin. L'ajutage, dispositif permettant de modifier l'écoulement de l'eau, dépend du type de jet d'eau souhaité : jet unique ou multiple, volcan, cloche, lame d'eau, etc. (d).



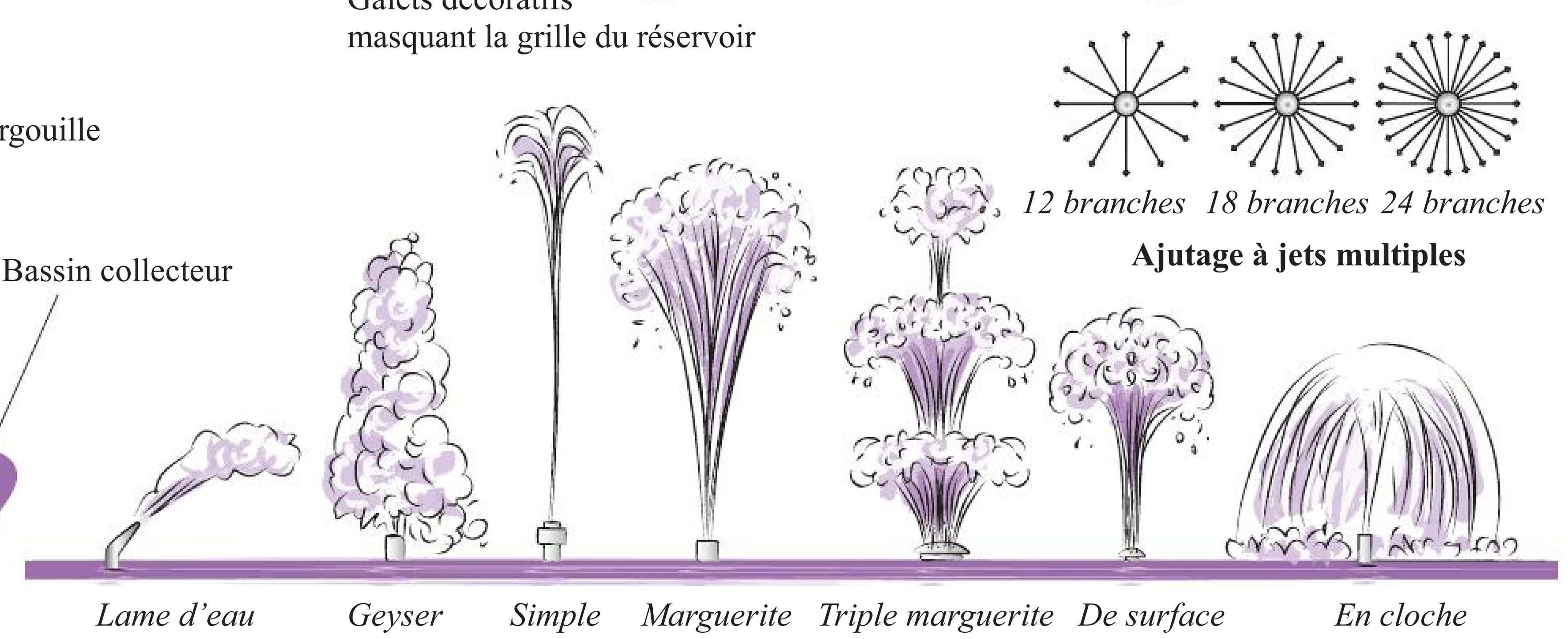
a **Jarre à débordement**



b **Vasque à débordement**



c **Fontaine murale**



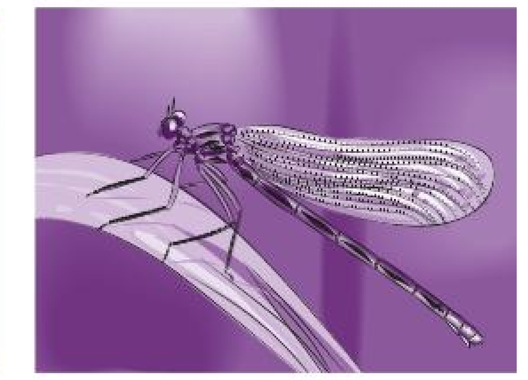
d **Typologie des jets de fontaines**

Poissons et faune subaquatique

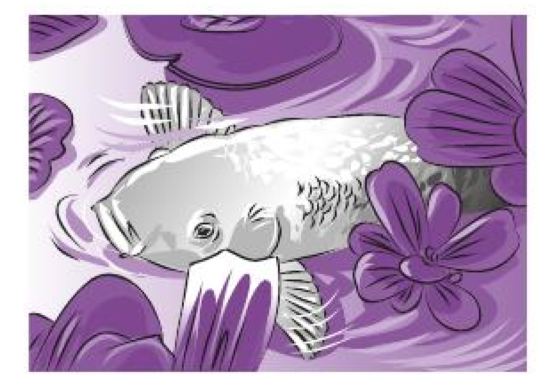
Un bassin permet l'introduction naturelle d'espèces sauvages animales telles que les grenouilles, tritons, salamandres, libellules, etc. ; il sert également d'abreuvoir à l'entomofaune et à l'avifaune. La disposition de roches ou de souches crée des refuges pour la faune subaquatique. Les poissons sont introduits jeunes et en petit nombre. L'acclimatation progressive du sac de transport dans l'eau du bassin permet de réduire les chocs thermiques.



Grenouille



Libellule



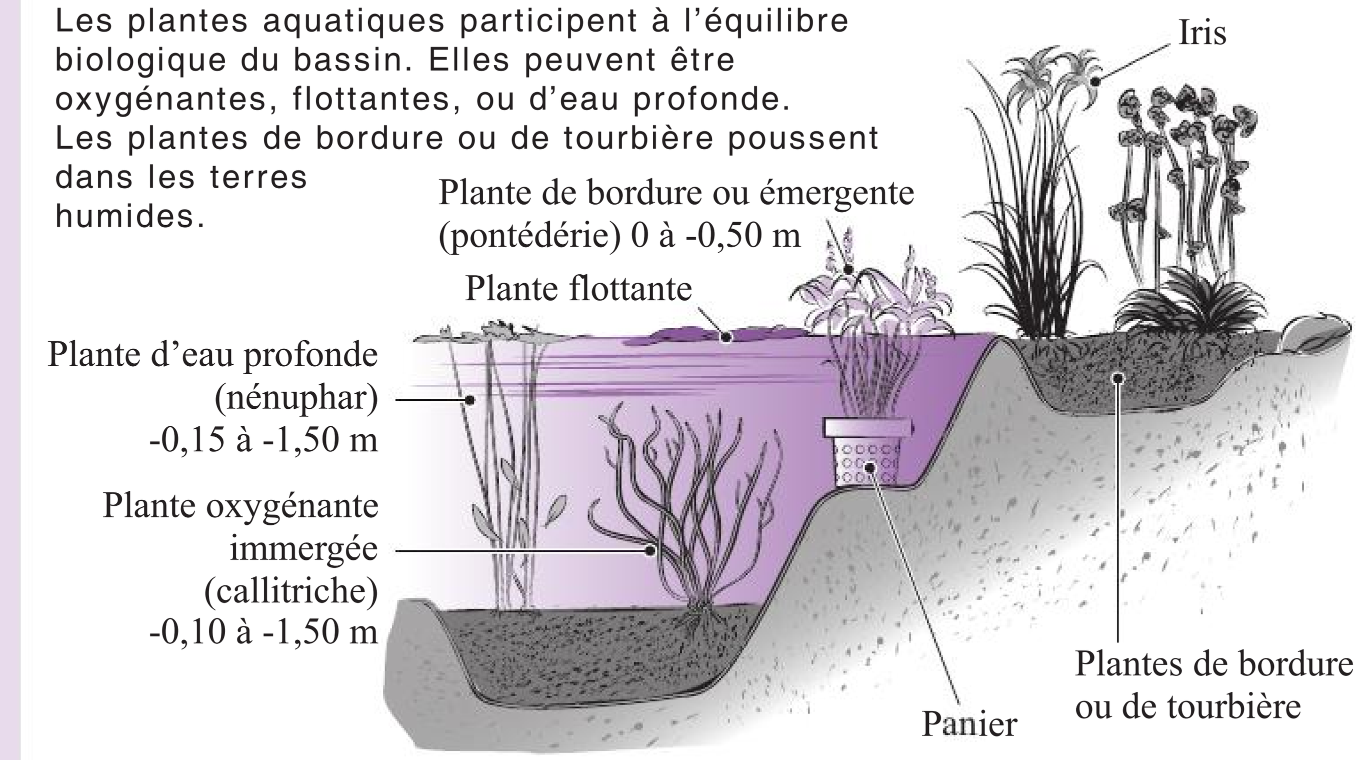
Carpe koï



Réduction du choc thermique

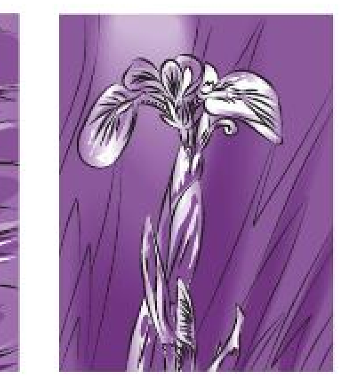
Plantes aquatiques

Les plantes aquatiques participent à l'équilibre biologique du bassin. Elles peuvent être oxygénantes, flottantes, ou d'eau profonde. Les plantes de bordure ou de tourbière poussent dans les terres humides.





Nymphéa



Iris

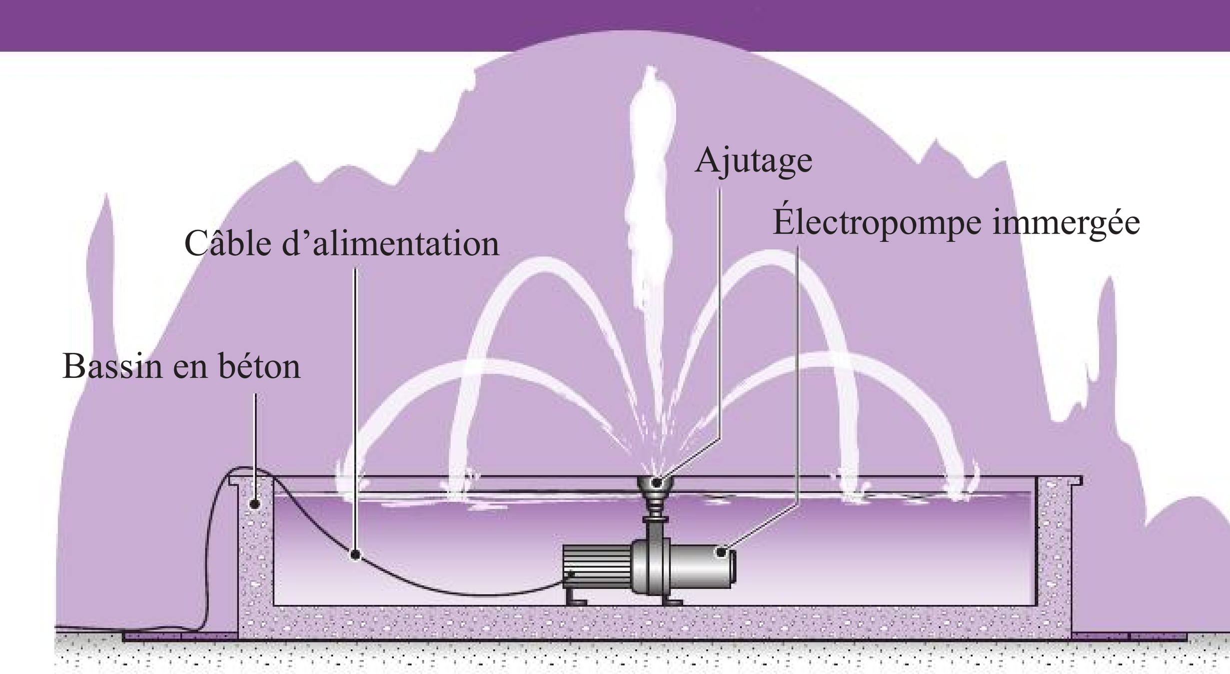


Jacinthe d'eau

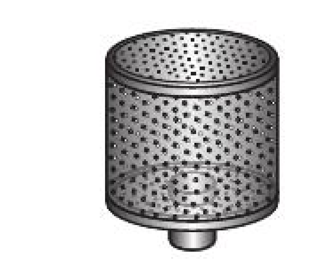
Pompes, filtres et clarificateurs

La pompe est le cœur de l'installation d'une fontaine. Sa puissance résulte du besoin en eau et en pression de l'ajutage utilisé. Deux types de pompes permettent la circulation de l'eau :
- la pompe immergée à moteur submersible étanche (a), installée au fond du bassin, c'est la solution la plus simple ;
- la pompe universelle utilisable à sec (b), située généralement sous le niveau de l'eau du bassin, à l'intérieur d'un local technique enterré. Elle est alimentée en eau par gravité et reliée au bassin par des conduites d'aspiration et de refoulement.

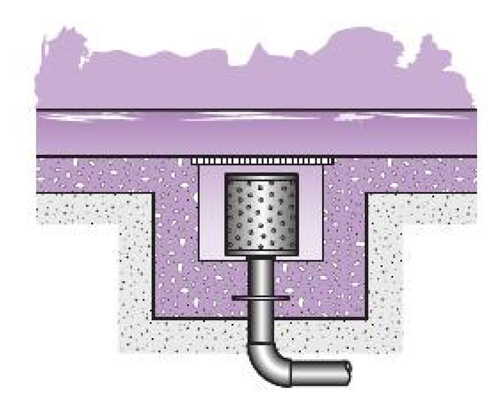
Le filtre (c) est placé sur la conduite d'aspiration pour empêcher le passage des impuretés dans la pompe. Les clarificateurs permettent d'éradiquer les algues qui résultent de l'exposition au soleil de l'eau du bassin.



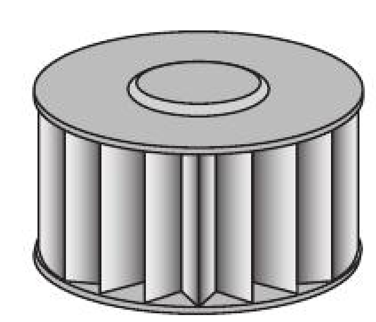
a **Bassin avec pompe immergée**



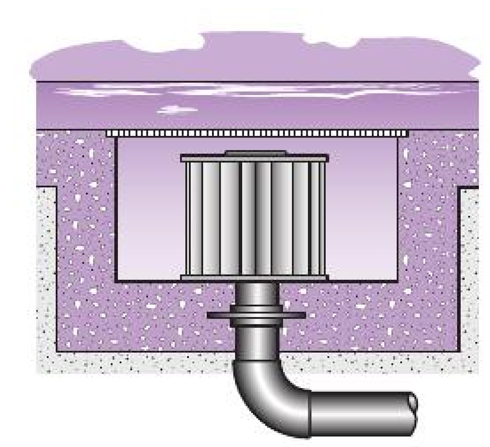
Filtre d'aspiration de type 1



Exemple de montage d'un filtre de type 1

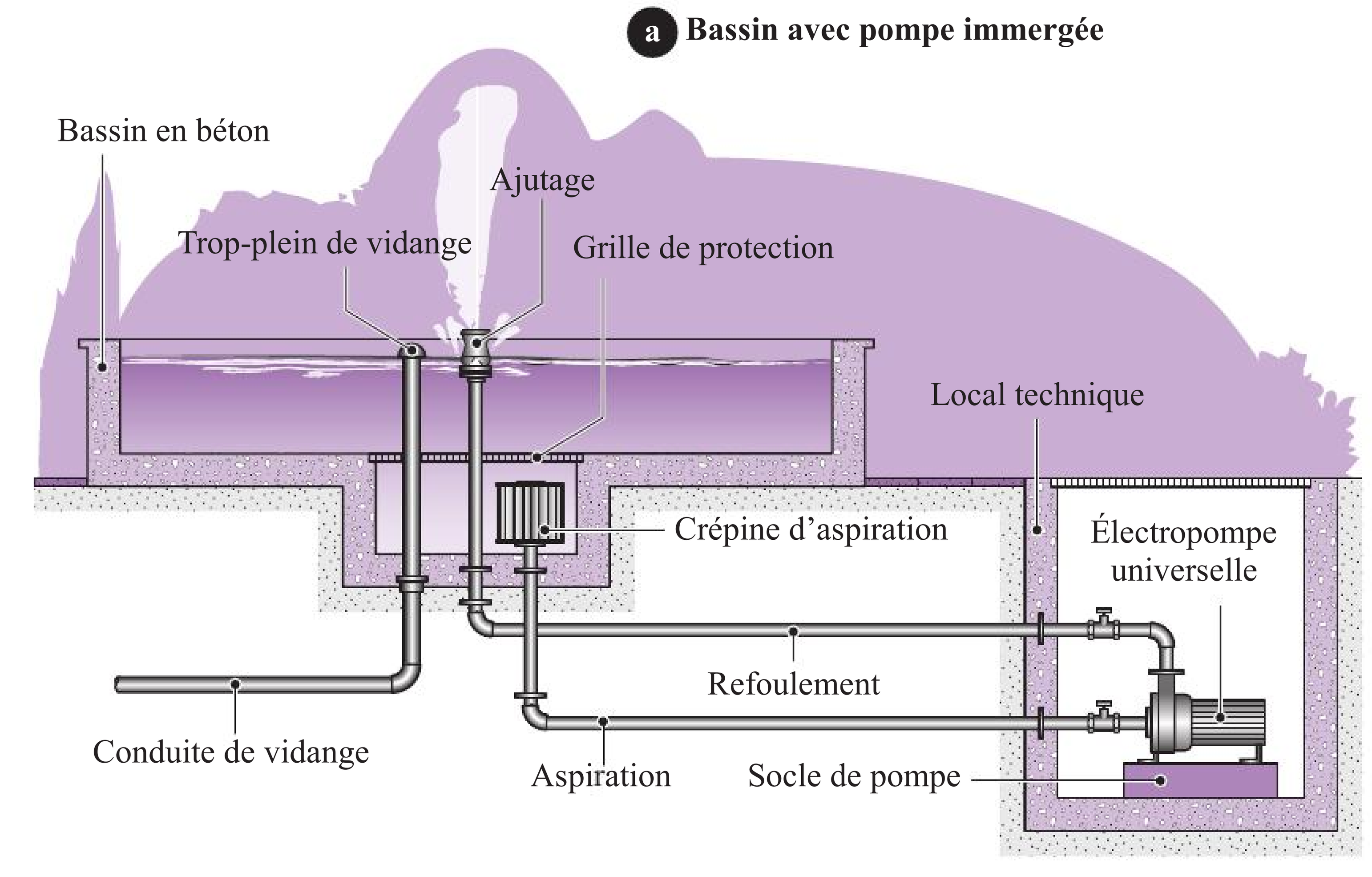


Filtre d'aspiration de type 2



Exemple de montage d'un filtre de type 2

c **Filtres d'aspiration**



b **Local technique avec pompe centrifuge**

Comment ça marche

Piscines

Les piscines contribuent à l'agrément d'une maison individuelle et de son jardin. Elle doivent être impantées dans le respect des règles de mitoyenneté, au soleil, à l'abri du vent et à l'écart des zones boisées et des buissons. Elles peuvent être partiellement ou totalement intégrées à l'habitation. Une déclaration préalable en mairie est indispensable pour une piscine dont la surface de bassin est supérieure à 10 m² mais n'excède pas 100 m². Au-delà, un permis de construire est obligatoire.

Types de piscines

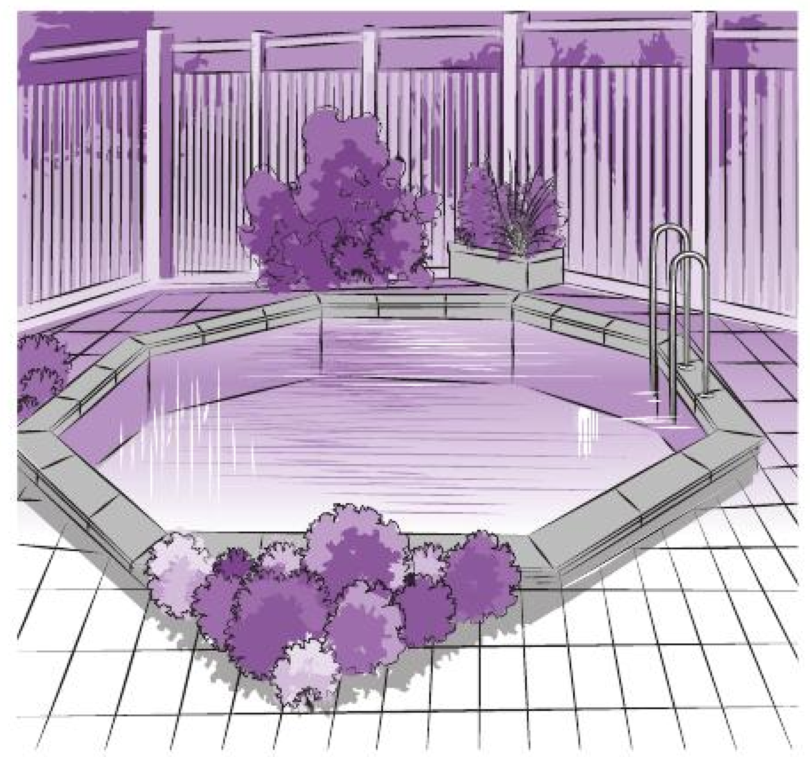
Trois types de piscines sont mis en œuvre :
- les piscines hors-sol démontables, provisoires ou saisonnières (a) ;
- les piscines semi-enterrées, adaptées aux terrains en pente (b) ;
- les piscines enterrées, qui exigent une fouille conséquente et un investissement plus important (c).



a Piscine hors-sol



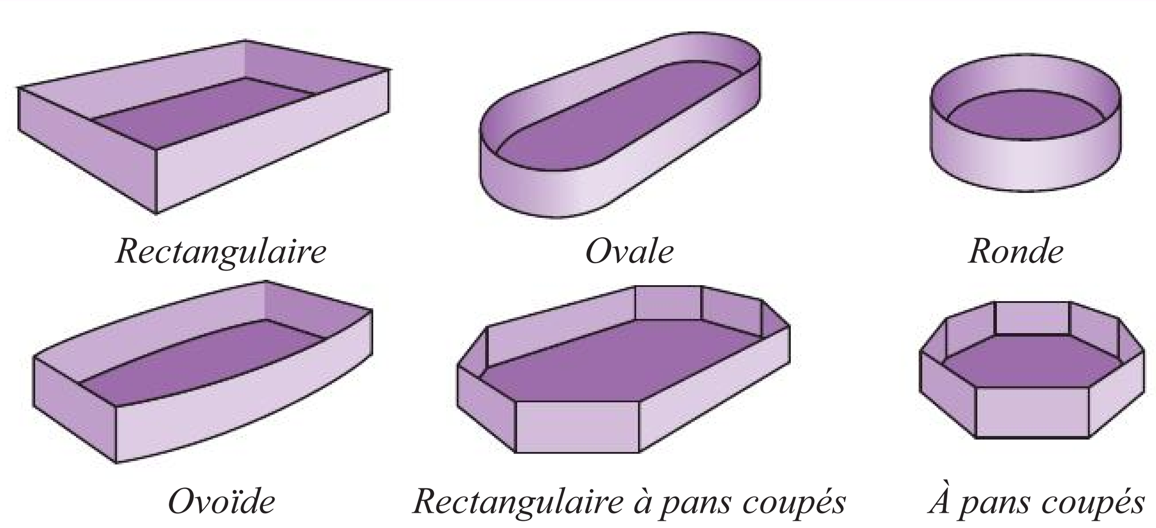
b Piscine semi-enterrée



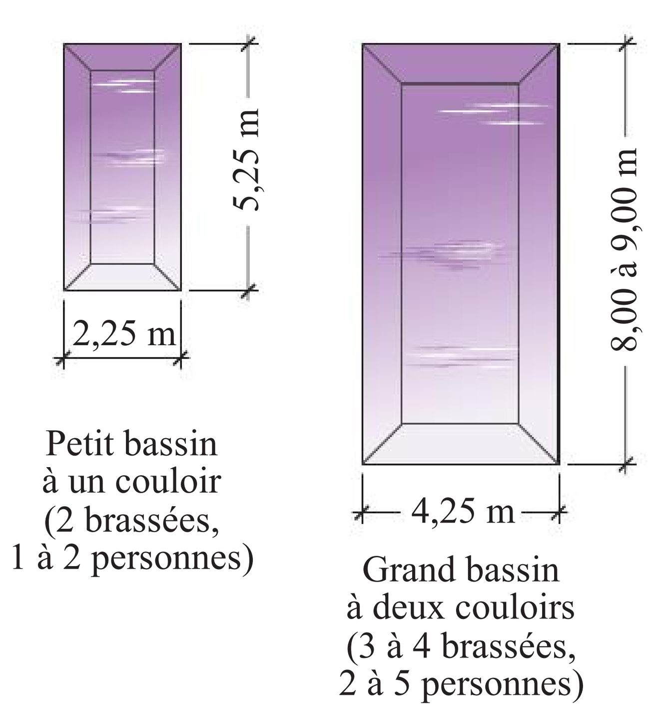
c Piscine enterrée

Formes et dimensions des bassins

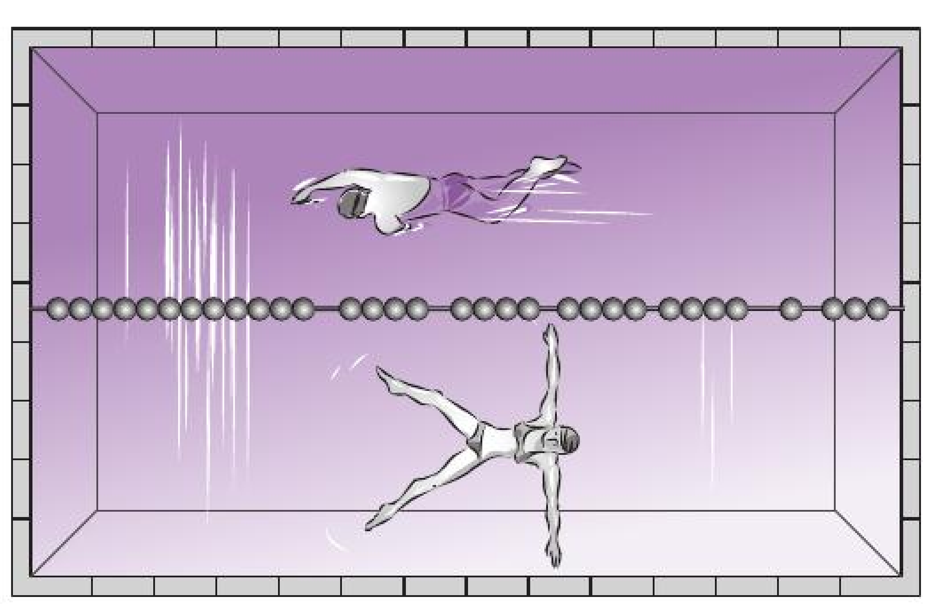
Toutes sortes de formes de bassin sont envisageables : rectangulaire, ovale, ronde, elliptique, à pans coupés ou libre (a). Les piscines privées sont de dimensions moyennes et ont des capacités de 30 à 150 m³ (b). La largeur du bassin ne doit pas être inférieure à 2,25 m (4,25 m pour deux personnes nageant de front).
La longueur d'une brassée étant égale à la longueur du corps augmentée de 1,50 m, quatre brassées nécessitent un bassin d'une longueur minimale de 8 m. La profondeur d'eau nécessaire pour nager est égale à la hauteur sous le menton d'un adulte de petite taille soit environ 1,25 m. Le profil du fond de la piscine est choisi en fonction de l'usage (sport, nage, jeux, plongeon, détente) et du profil des nageurs (âge, taille). Il existe un grand nombre possibi-lités avec des contraintes de mise en œuvre qui diffèrent selon le système constructif envisagé.



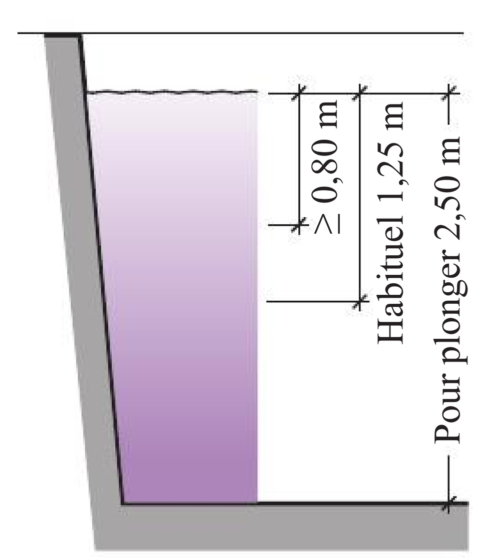
a Formes de bassins



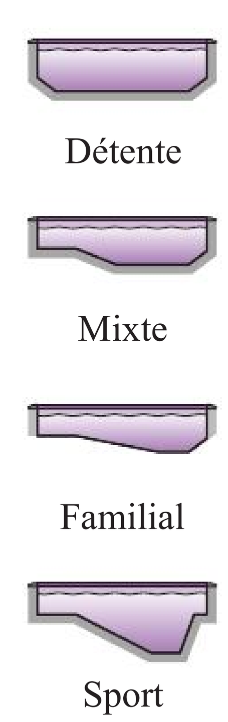
Surfaces des bassins



Bassin à deux couloirs : croisement de deux nageurs



Profondeur des bassins

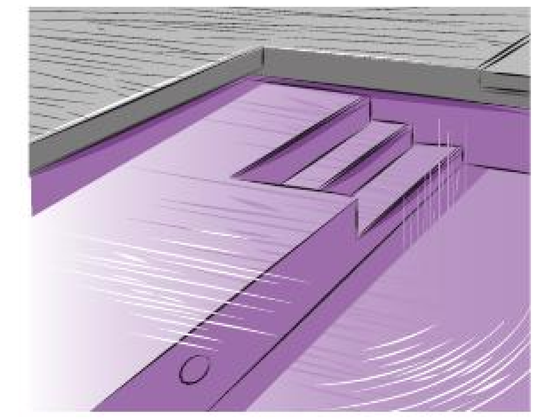


Profils de fond

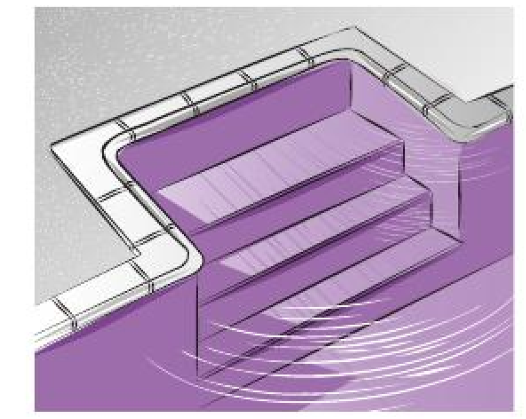
b Dimensions des bassins

Escaliers et échelles d'accès

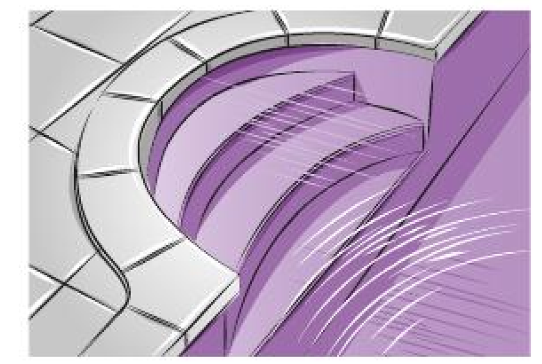
Comportant généralement 3 ou 4 marches, l'escalier permet un accès confortable à la piscine. Il peut être en béton ou monobloc en polyester et intégrer une nage à contre-courant ou des buses hydromassantes. Les échelles métalliques de 2 à 4 marches se fixent dans la plage de piscine et longent verticalement une paroi du bassin.



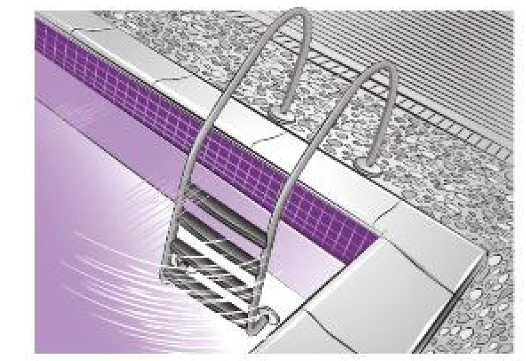
Escalier intégré au bassin



Escalier intégré à la plage



Escalier roman

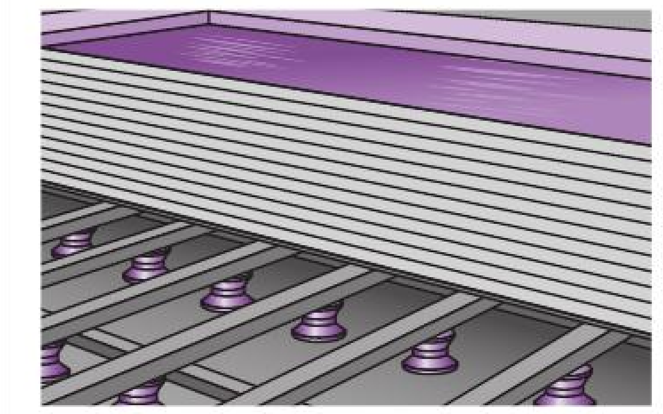


Échelle métallique amovible

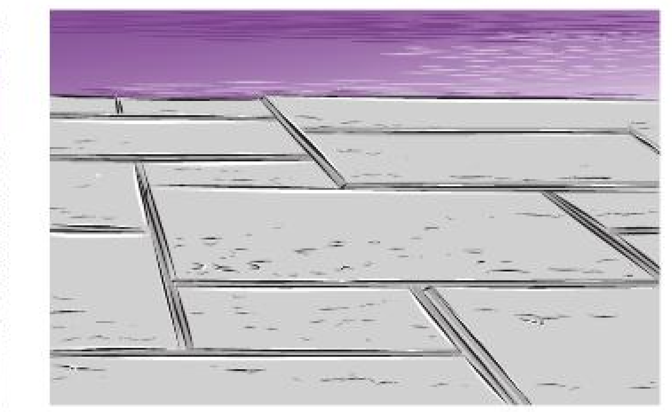
Escaliers et échelles d'accès

Plages et margelles

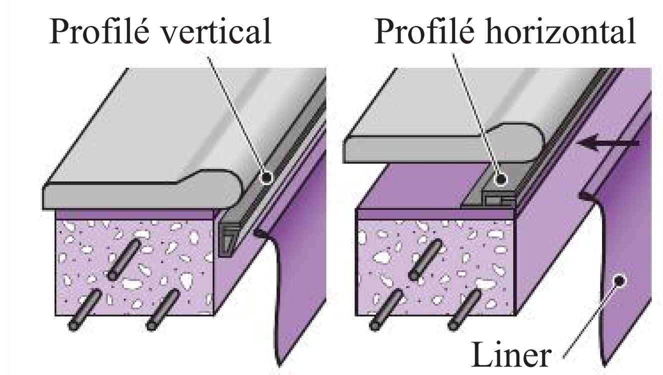
Les plages entourent le bassin et permettent d'y accéder. Un joint de dilatation doit être mis en œuvre à la jonction des plages avec les parois. Les margelles assurent un couronnement périphérique de finition du bassin et protègent le haut du revêtement d'étanchéité. Une pente de 2 % des plages et margelles dans le sens opposé au bassin empêchent sa pollution par les eaux de ruissellement.



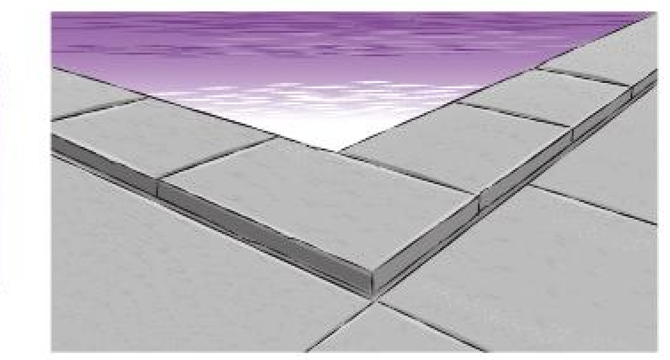
Plage en bois



Plage carrelée



Raccord du liner sous la margelle



Margelle en pierre

Plages et margelles

Revêtements d'étanchéité

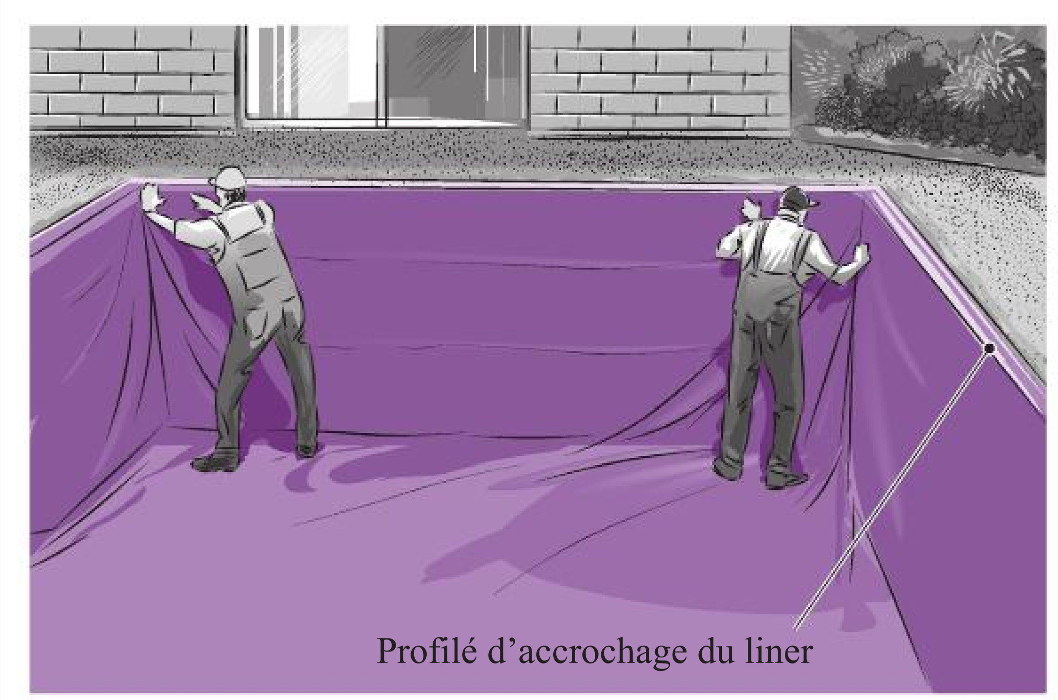
Divers revêtements d'étanchéité et de finition sont utilisés à l'intérieur des piscines :
- la peinture hydrofuge dont la tenue est limitée dans le temps ;
- les carrelages non gélifs antidérapants ;
- les revêtements polyesters stratifiés multicouches ;
- les membranes d'étanchéité en lés soudés ;
- les liners qui sont des poches souples en PVC d'une seule pièce, accrochées sur un profilé en périphérie du bassin.



Carrelage



Peinture

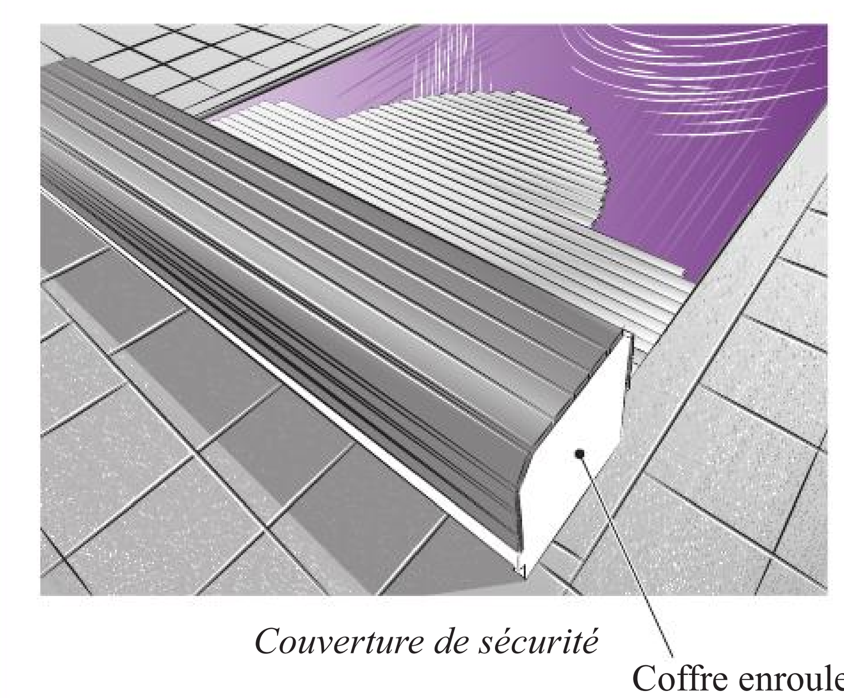


Pose d'un liner

Revêtements d'étanchéité des bassins

Sécurité

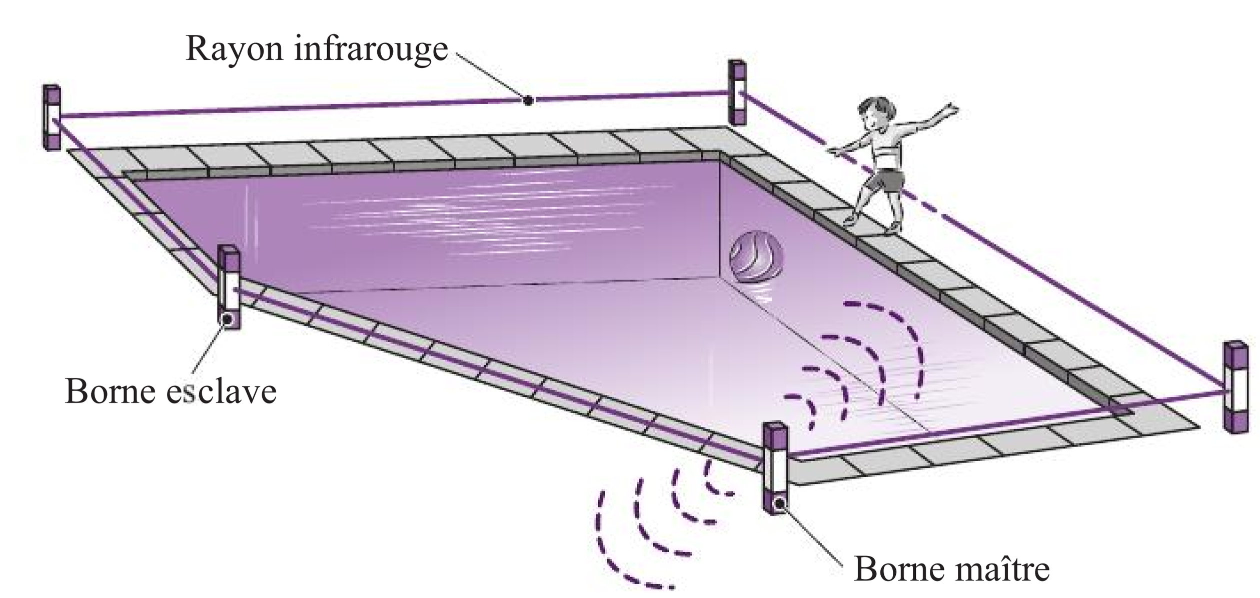
La sécurité des piscines enterrées et semi-enterrées, définie par la loi, impose l'installation de l'un des quatre dispositifs de sécurité suivants :
- barrière ou clôture fermant totalement l'accès au bassin ;
- couverture de sécurité ;
- alarme sonore immergée ou périphérique ;
- abri sur la piscine.



Couverture de sécurité



Barrière de protection



Alarme périmétrique sans fil

Alarmes et sécurité

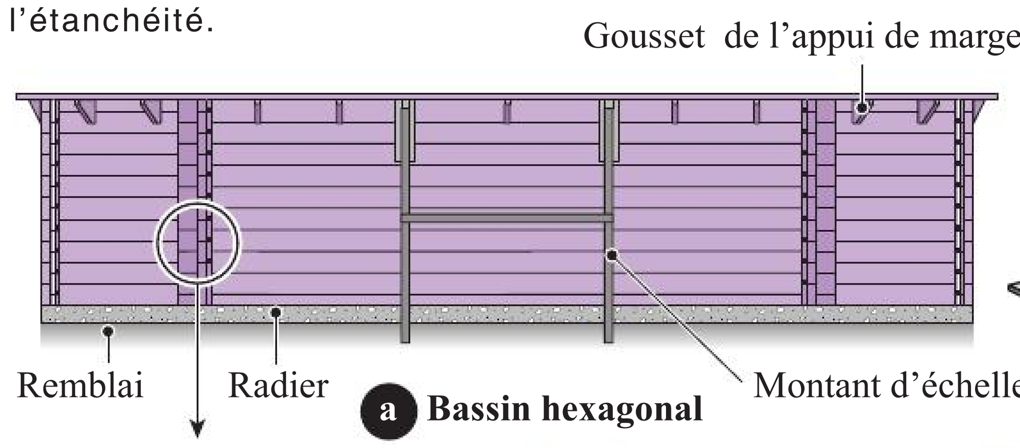
Comment ça marche

Piscines : systèmes constructifs

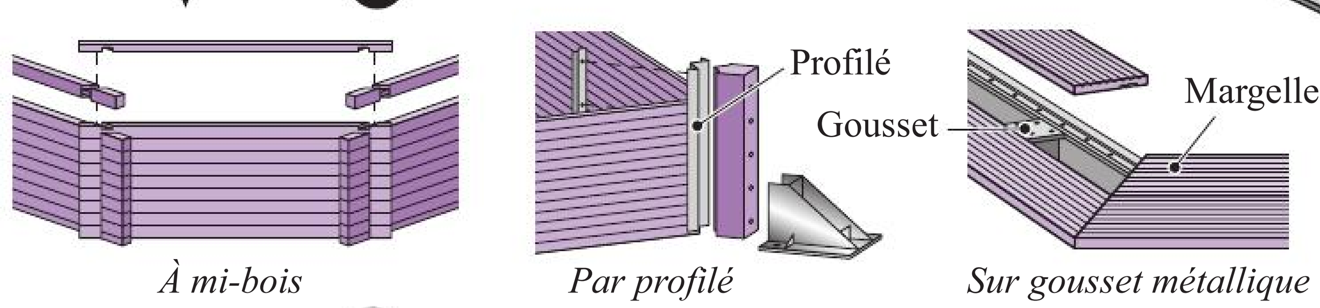
Quatre systèmes constructifs de bassins de piscine sont utilisés :
- en bois : adaptés aux structures hors-sol ou semi-enterrées mais avec une durabilité limitée ;
- monocoques en polyester : constitués d'une coque rigide moulée en usine, généralement de faible volume ;
- métalliques : en éléments préfabriqués assemblés sur place par soudage ou boulonnage ;
- en béton ou en maçonnerie : comprenant un radier en béton armé et des parois en blocs pleins ou creux.

Structure en bois

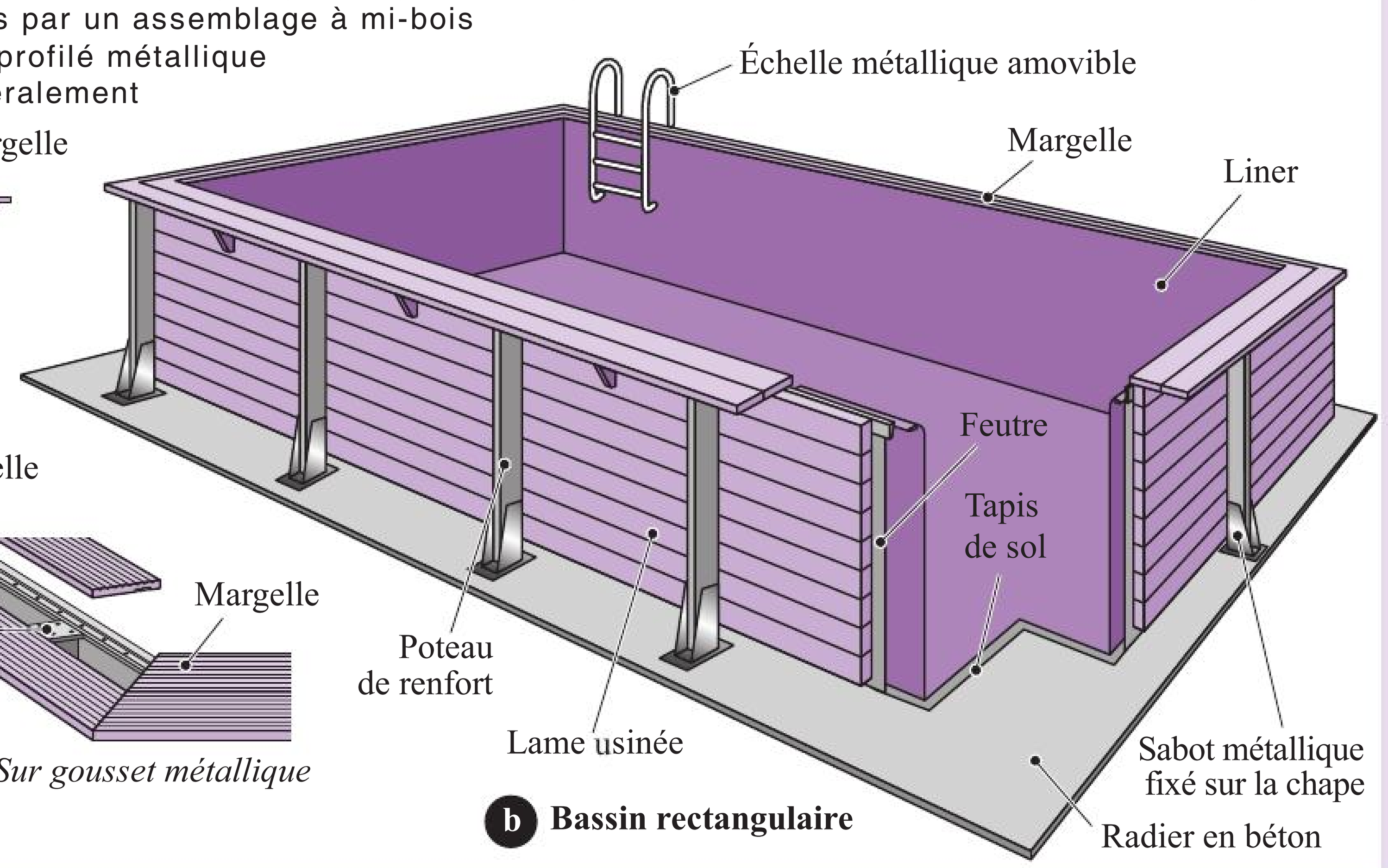
Les piscines en bois sont généralement vendues en pièces détachées à monter soi-même. Les bassins sont de forme hexagonale (a) ou rectangulaire (b). Les pièces de bois en pin autoclavé ou en bois exotique qui composent les parois s'emboîtent les unes sur les autres grâce à un profil à rainure et languette. Les angles sont réalisés par un assemblage à mi-bois pour les modèles de forme octogonale ou au moyen d'un profilé métallique pour les modèles rectangulaires (c). Un liner assure généralement l'étanchéité.



a Bassin hexagonal



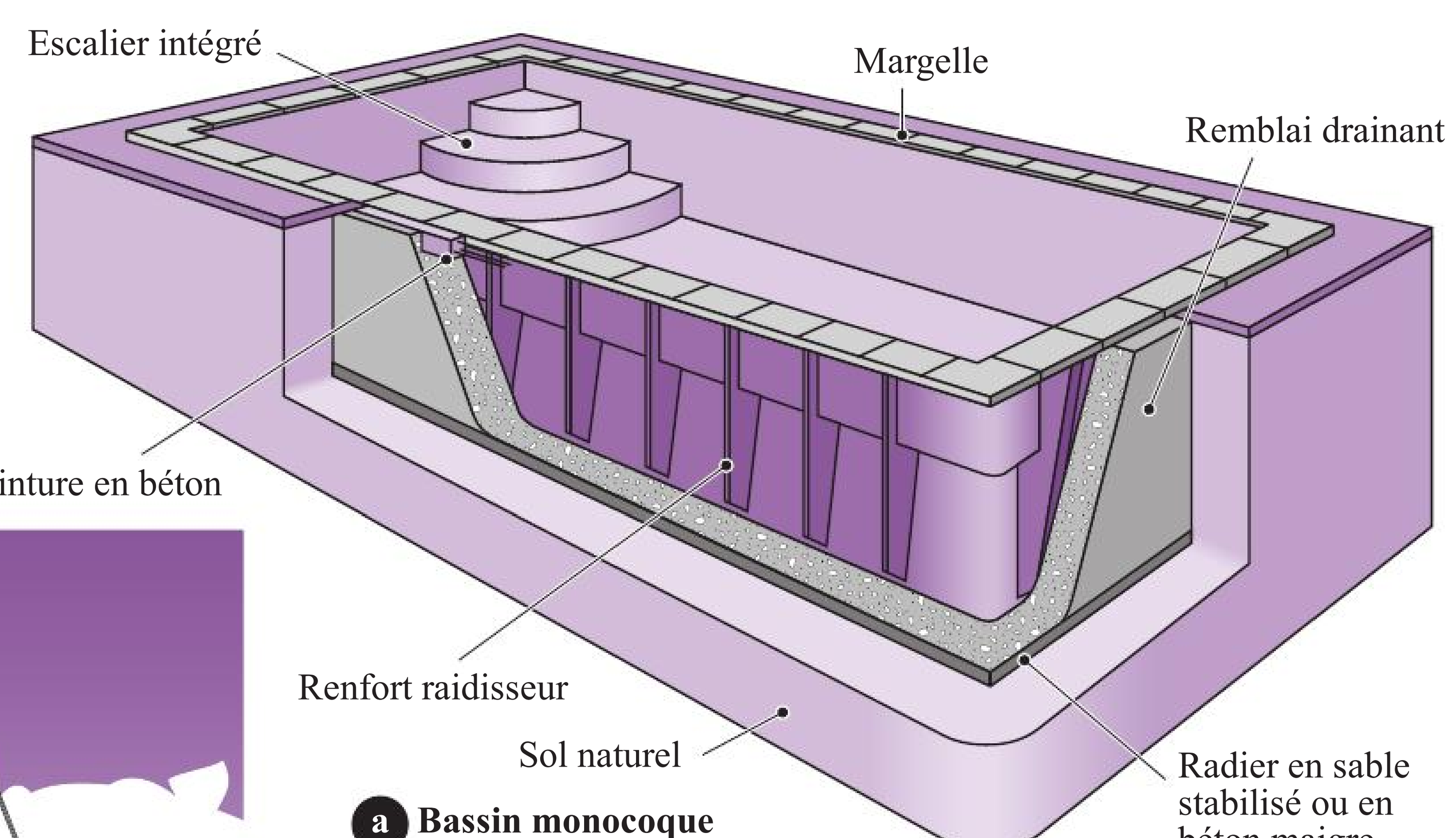
c Assemblage des parois et margelles



b Bassin rectangulaire

Structure monocoque

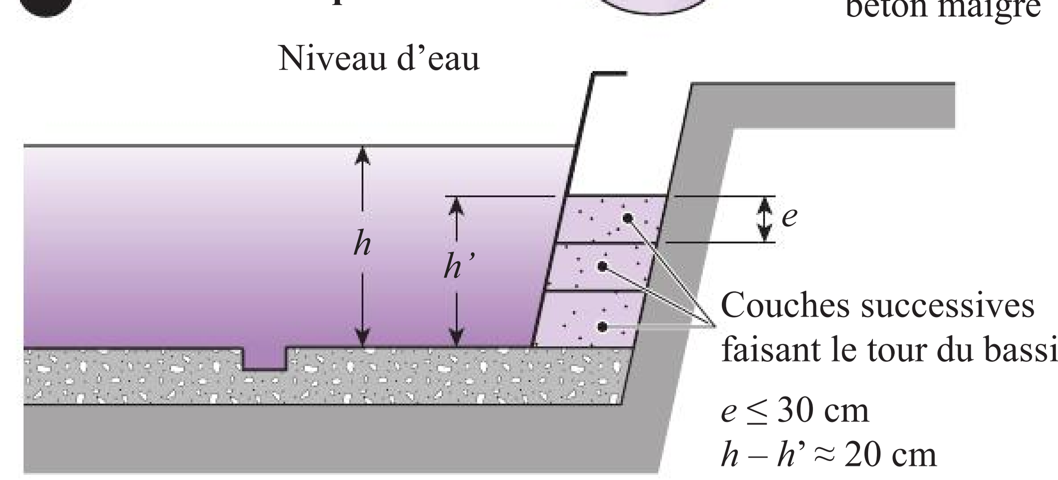
Les piscines monocoques en polyester armé (a) sont moulées en usine et réservées aux bassins de faible volume. Elles comportent des raidisseurs en face extérieure et, la plupart du temps, un escalier intégré. Leurs dimensions dépendent de la situation du terrain, des moyens de transport utilisés et des gabarits de passage des routes ou des voies ferrées (b). Elles sont posées sur un radier en sable stabilisé ou en béton maigre. Le remblaiement en béton maigre autour du bassin et au droit des parois (c) est exécuté par couches successives au fur et à mesure du remplissage en eau.



a Bassin monocoque



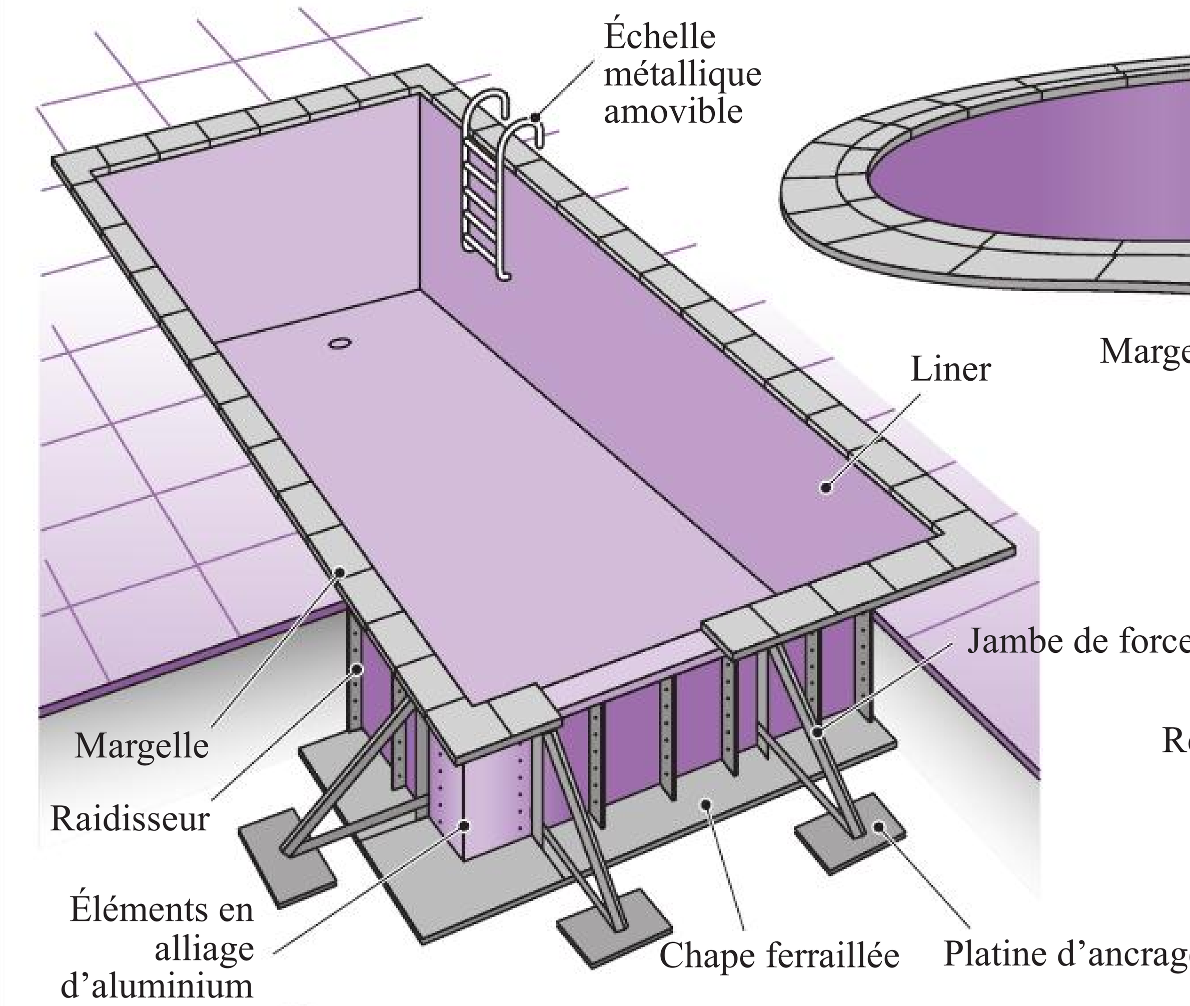
b Transport et manutention



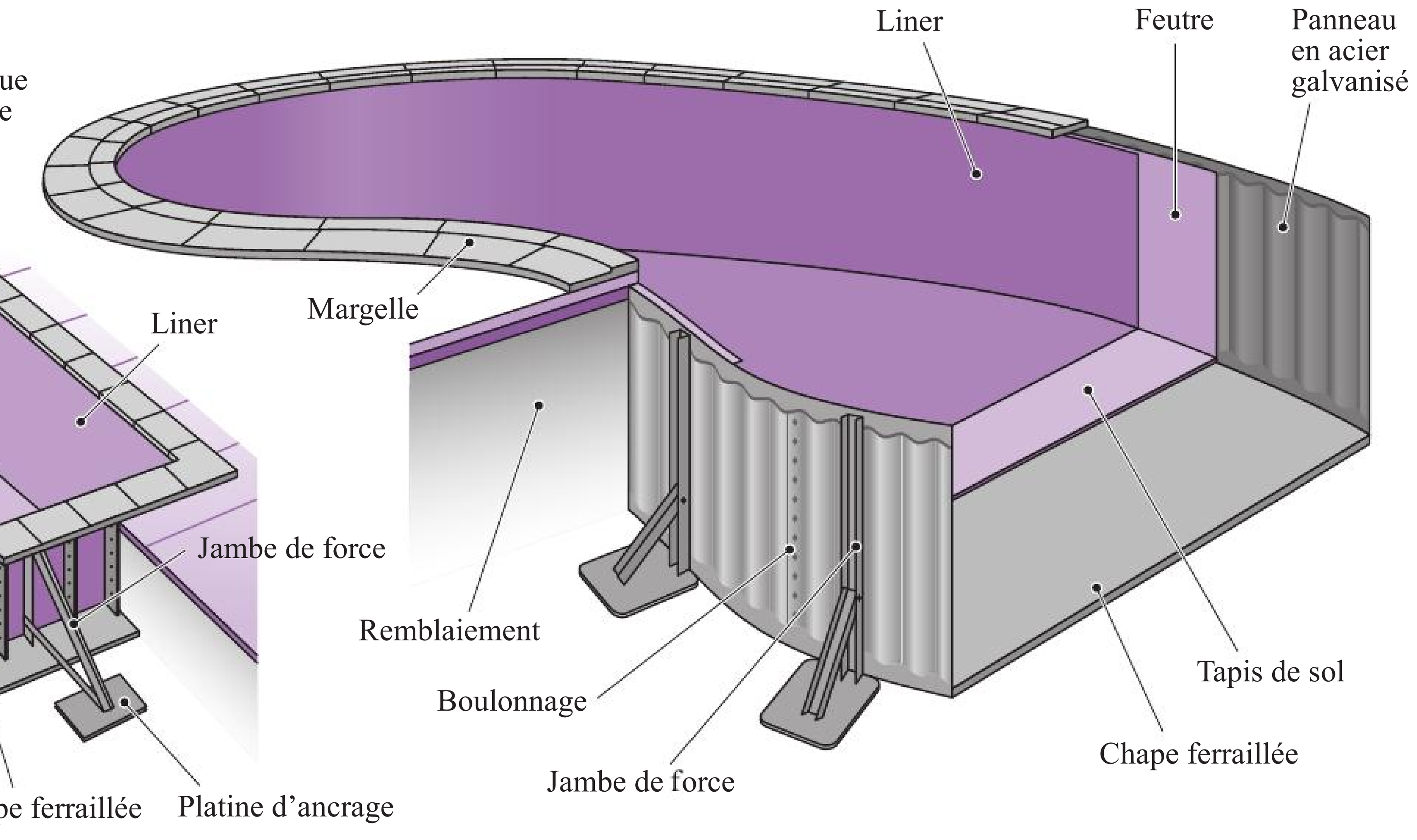
c Remblaiement

Structure métallique

Les piscines métalliques sont constituées d'éléments en alliage d'aluminium (a) ou en panneaux ondulés d'acier galvanisé (b) assemblés sur le chantier. Un radier constitué d'une chape ferraillée d'une épaisseur minimale de 15 cm assure l'assise et la stabilité du bassin. Les panneaux sont mis en place par un simple jeu d'assemblage et de boulonnage. À hauteur médiane de la piscine, la résistance est renforcée par l'installation de jambes de force fixées sur le radier. Le remblaiement est réalisé en tout-venant sablo-graveleux. Une membrane d'étanchéité ou un liner posé sur un tapis de sol amortissant assure l'étanchéité.



a Bassin en éléments préfabriqués en aluminium

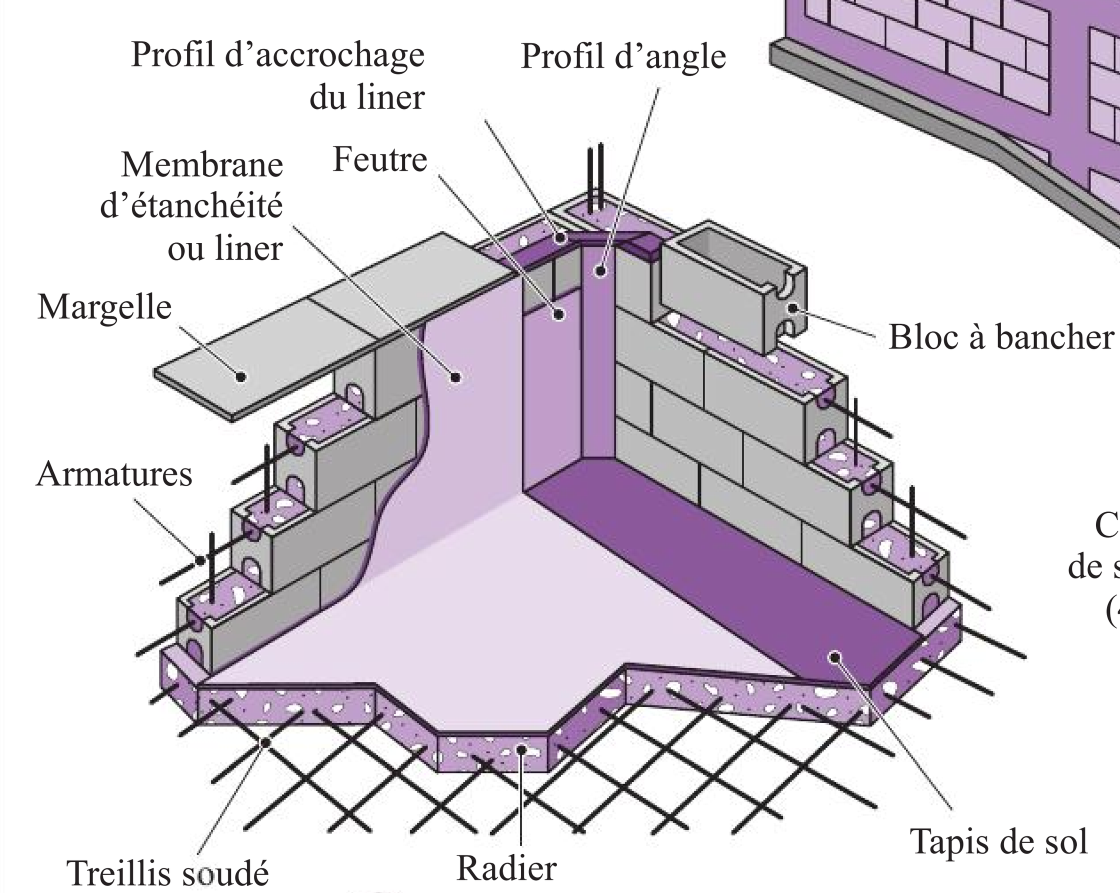


b Bassin en panneaux ondulés d'acier galvanisé

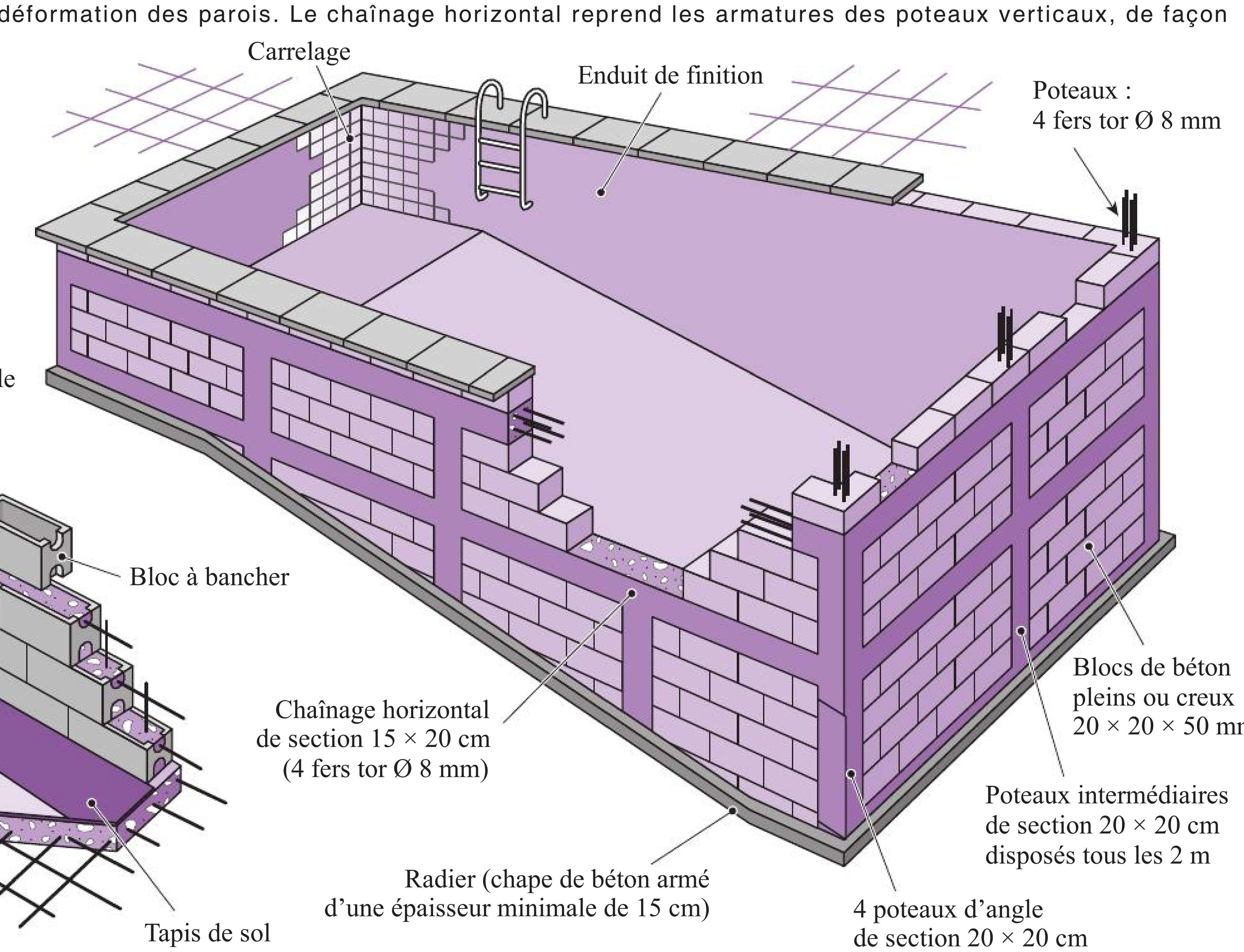
Structure en maçonnerie

Solides et durables, les piscines en béton maçonné constituent le haut de gamme des piscines particulières et permettent de donner au bassin une forme personnalisée. Elles sont mise en œuvre sur un radier en béton, constitué d'une chape d'une épaisseur minimale de 15 cm armée d'un treillis soudé, sur laquelle sont montées les parois du bassin, réalisées au moyen de blocs à bancher (a) ou de blocs de béton pleins ou creux (b). Un ou deux chaînages horizontaux répartis sur la hauteur des parois et des poteaux raidisseurs en béton armé aux angles, environ tous les 2 m, évitent la déformation des parois. Le chaînage horizontal reprend les armatures des poteaux verticaux, de façon à renforcer la structure.

Le chaînage horizontal supérieur, placé en tête des parois, peut faire office de margelle. Les parois sont enduites et recouvertes d'un revêtement d'étanchéité décoratif qui peut être :
- une peinture hydrofuge ;
- un carrelage non gélif antidérapant ;
- un revêtement polyester ;
- une membrane d'étanchéité ;
- ou un liner.



a Blocs à bancher



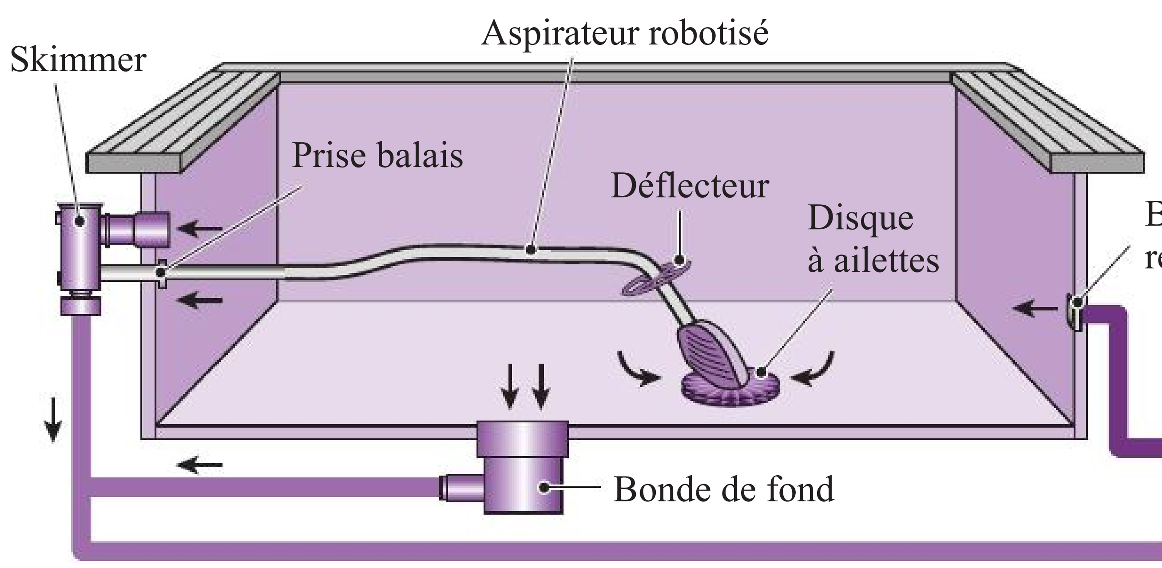
b Blocs de béton, chaînages et poteaux

Piscines : filtration et chauffage

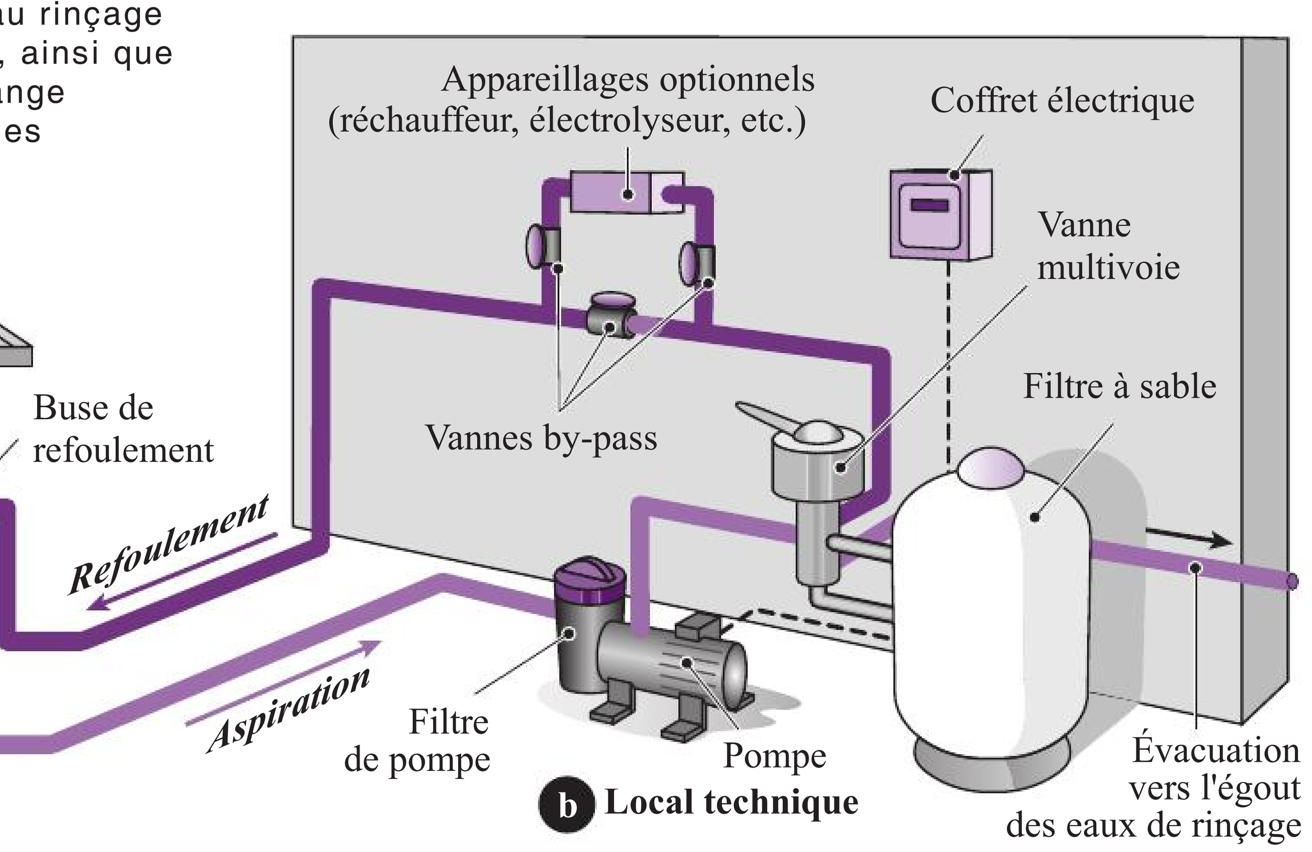
La filtration de l'eau d'une piscine est essentielle. L'eau du bassin, utilisée en circuit fermé, se pollue rapidement. Elle doit être filtrée et nettoyée par une épuration physique et microbiologique pour demeurer propre et limpide. Les pompes à chaleur et les panneaux solaires thermiques, à la fois économiques et écologiques, permettent de chauffer l'eau d'une piscine. Ces deux systèmes peuvent également être utilisés pour répondre aux besoins en chauffage et en eau chaude de l'habitation.

Principe de la filtration

Les déchets et particules qui polluent l'eau sont situés en surface, en suspension dans l'eau, sur les parois et sur le fond du bassin. Des accessoires et appareils adaptés permettent d'éliminer ces pollutions : skimmers en surface, bonde de fond et balai aspirateur manuel ou robotisé pour les parois et le fond du bassin (a). L'eau polluée est aspirée au moyen d'une pompe, puis elle est filtrée et purifiée avant d'être renvoyée vers le bassin par les buses de refoulement placées du côté opposé aux skimmers. Une vanne multivoie permet d'isoler les circuits et d'inverser les courants d'eau nécessaires au décolmatage et au rinçage des filtres. Les appareils et éléments de pompage et de filtration, ainsi que les vannes, sont regroupés dans un local technique (b). Une vidange complète de l'installation doit être possible, ce qui implique que les canalisations suivent un parcours sans contrepente.



a Éléments d'aspiration des impuretés



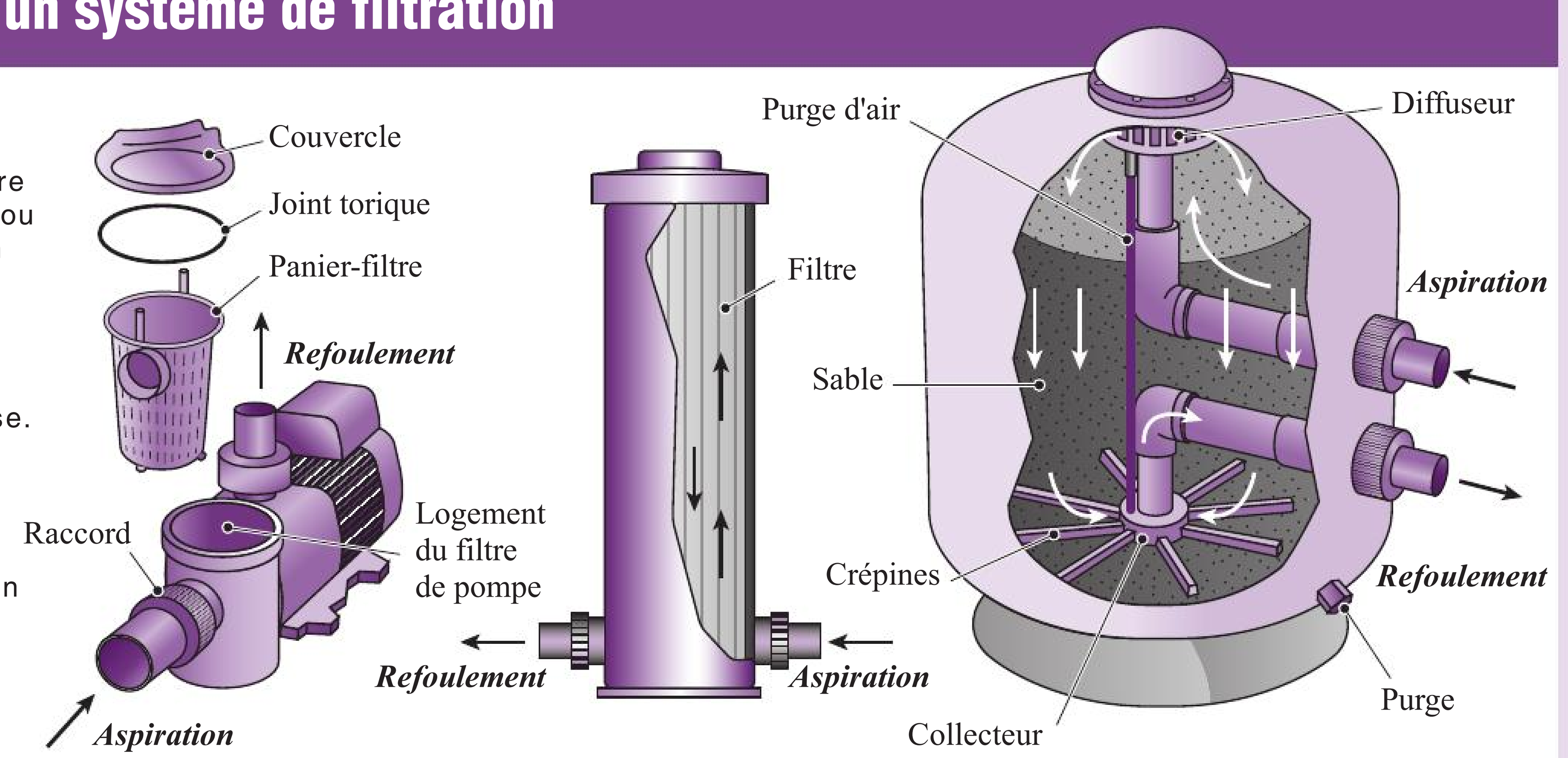
b Local technique

Éléments constitutifs d'un système de filtration

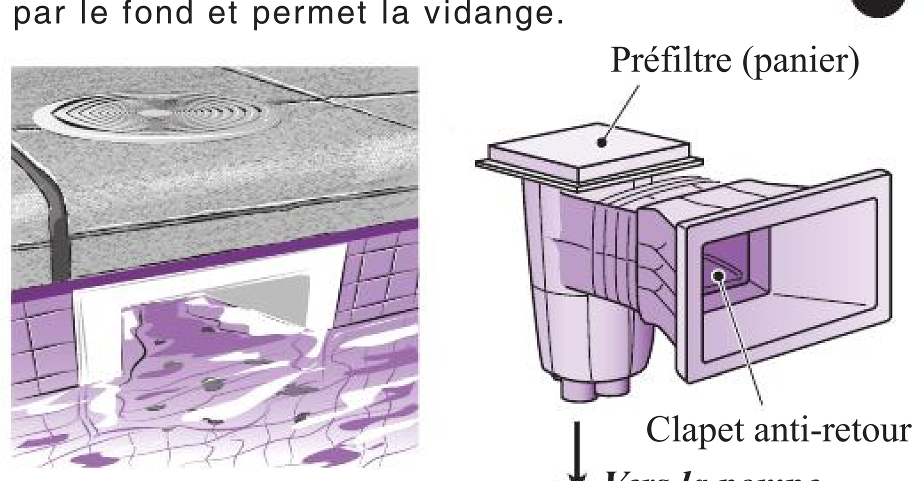
La filtration (épuration physique) est assurée par le pompage (a) et la circulation de l'eau au travers d'un filtre à cartouche (b), d'un filtre à sable (c) ou d'un filtre à diatomées. La stérilisation (épuration microbiologique) permet d'obtenir une eau désinfectée et de bonne qualité bactériologique. Elle se fait soit par adjonction de pastilles de chlore ou de brome, soit par électrolyse. Des pièces à sceller dans le bassin participent au recyclage continu de l'eau, en l'aspirant ou la refoulant.

Ce sont notamment :

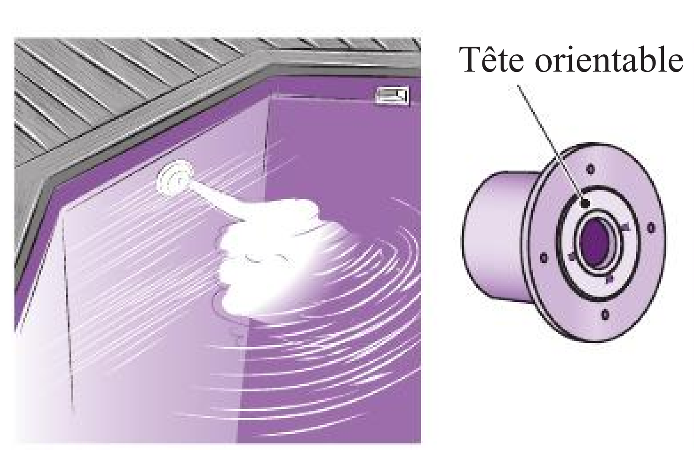
- les skimmers (d) qui écument l'eau en surface et conditionnent également le niveau d'eau dans le bassin ;
- les buses de refoulement (e) qui permettent le retour de l'eau filtrée dans le bassin ;
- la bonde de fond (f) qui aspire l'eau par le fond et permet la vidange.



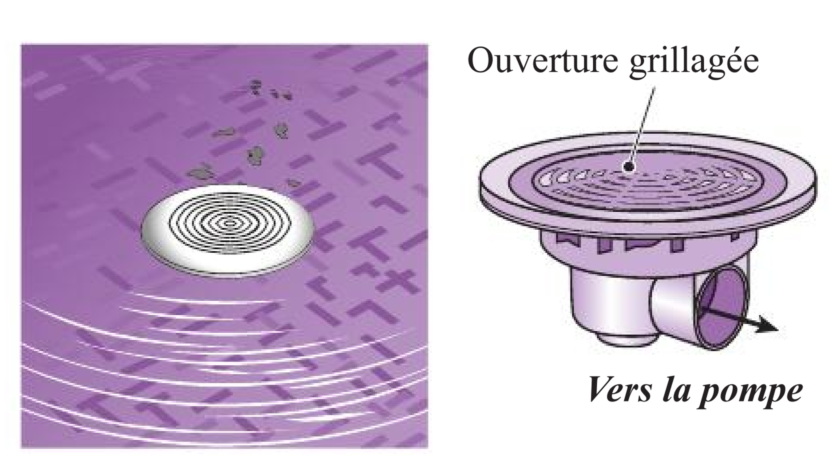
a Pompe b Filtre à cartouche c Filtre à sable



d Skimmer



e Buse de refoulement



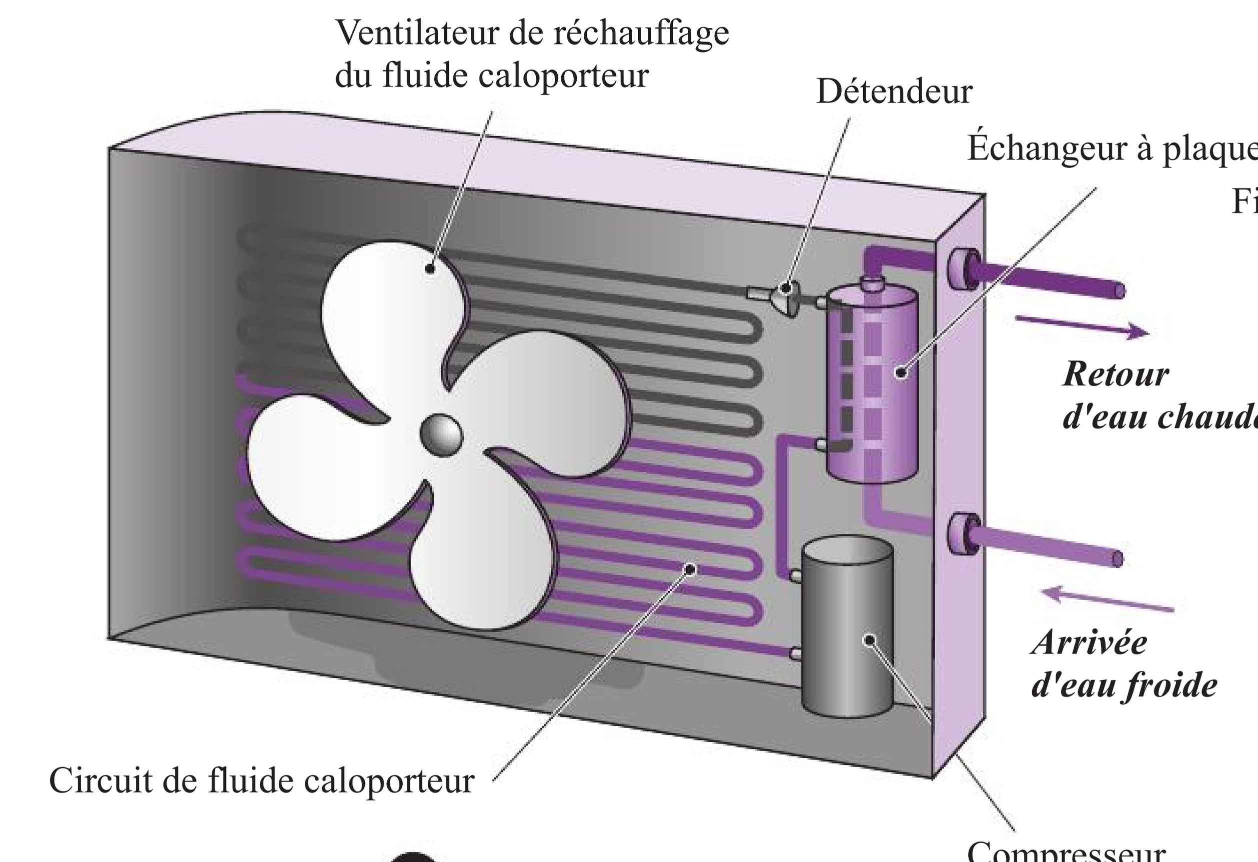
f Bonde de fond

Systèmes de chauffage de l'eau

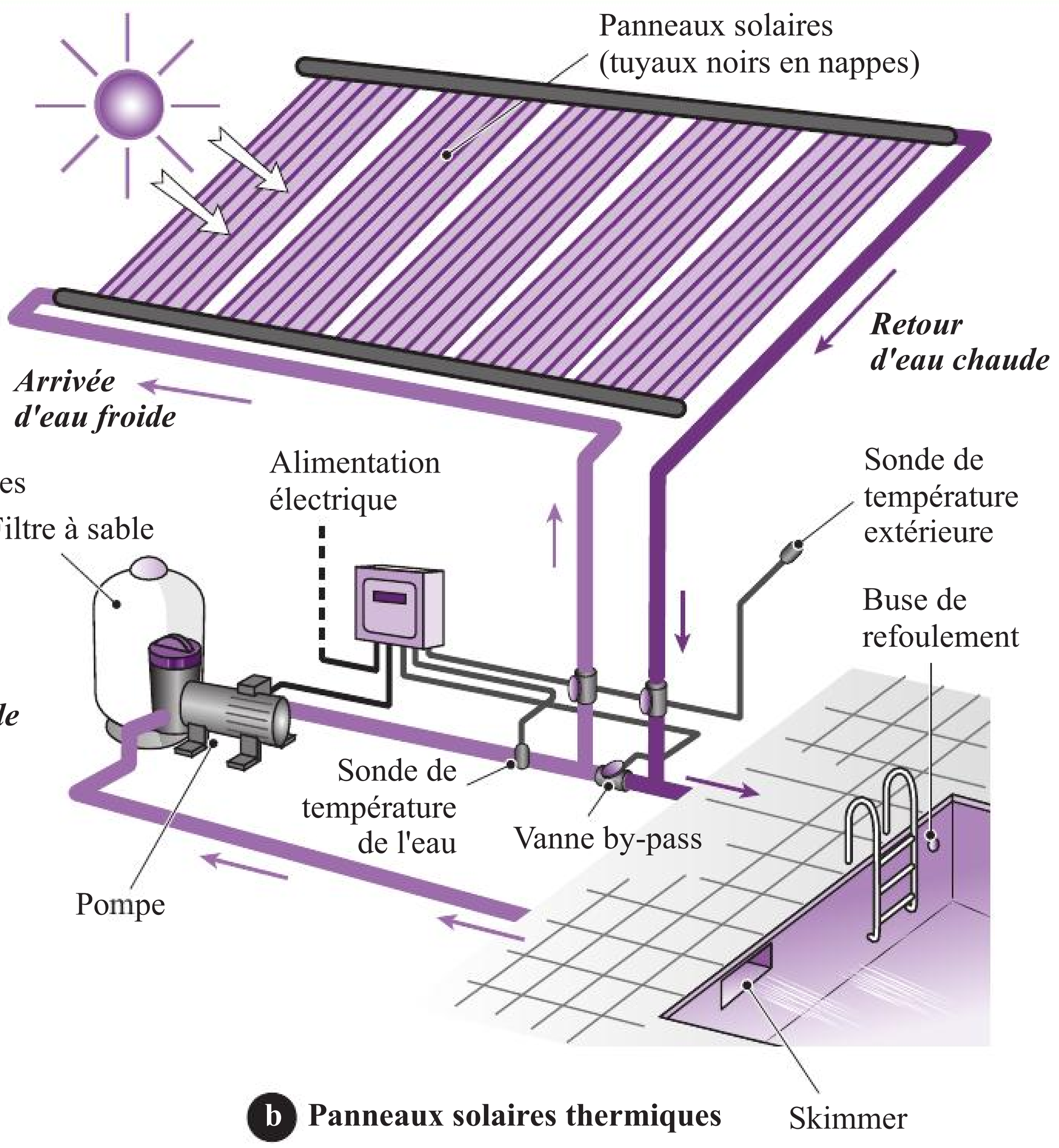
Trois solutions de chauffage de l'eau sont possibles :

- le réchauffeur électrique : installé dans le local technique sur le circuit de refoulement, il chauffe l'eau grâce à une résistance électrique ;
- la pompe à chaleur de piscine (a) : elle prélève l'air extérieur pour « fabriquer » de la chaleur et augmenter la température de l'eau ;
- le réchauffeur solaire (b) : il réchauffe l'eau grâce à l'énergie solaire stockée dans les capteurs.

L'utilisation d'une bâche à bulles ou d'une couverture automatique permet de conserver la chaleur de l'eau et de limiter l'évaporation.



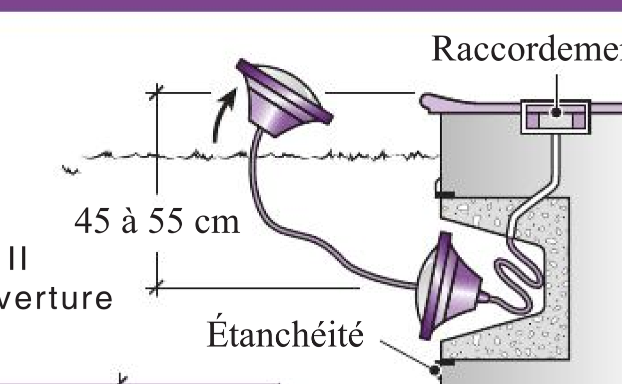
a Pompe à chaleur air/eau



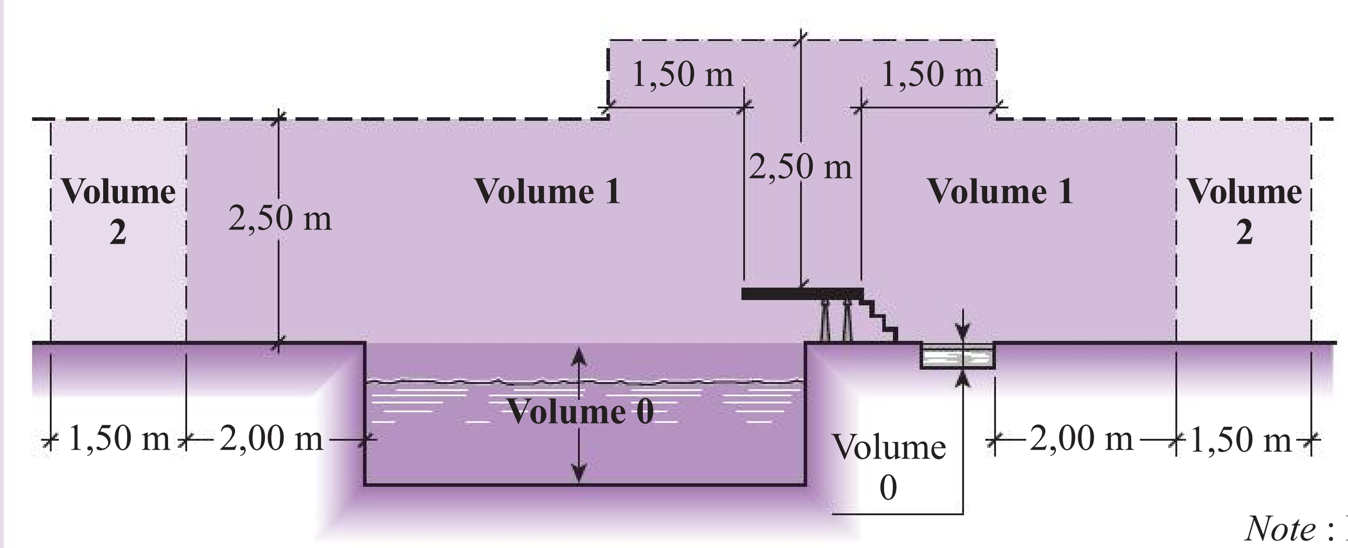
b Panneaux solaires thermiques

Volumes de protection

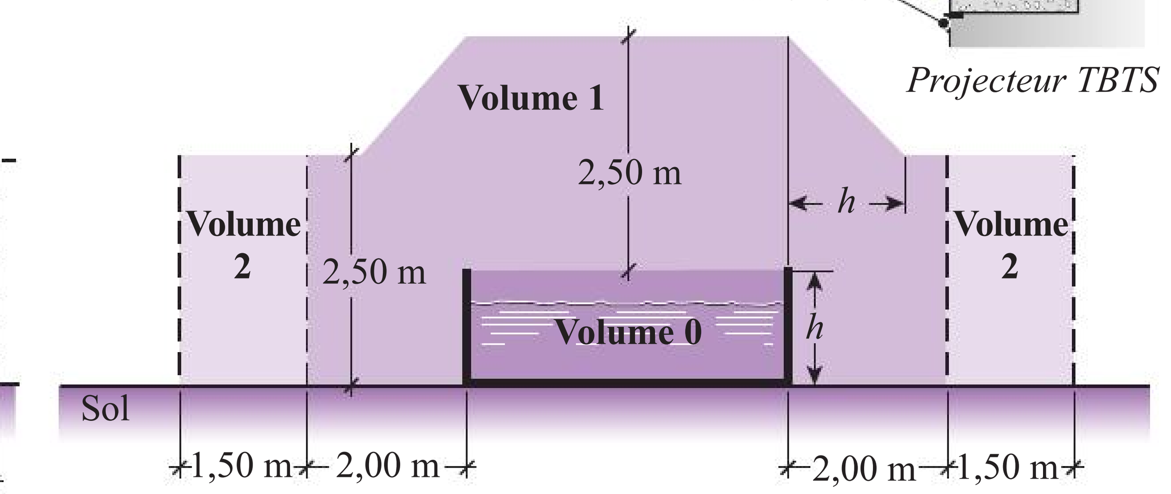
La norme définit trois volumes de protection (0, 1 et 2) à l'intérieur desquels le matériel électrique est soumis à une réglementation précise pour les piscines enterrées (a) et les piscines hors-sol (b). Une prise de terre par ceinturage à fond de fouille doit être réalisée. Tous les éléments conducteurs doivent être reliés à la liaison équipotentielle. Les canalisations électriques ne doivent pas comporter d'armature métallique. Les transformateurs alimentant l'éclairage très basse tension de sécurité (TBTS) doivent être mis en œuvre hors des volumes. La pompe et le système de filtration doivent être de classe II et protégés par un dispositif différentiel 30 mA. Ils sont installés dans un local spécifique, muni d'une ouverture sécurisée par un outil ou une clé.



Projecteur TBTS



a Piscine enterrée



Note : Les dimensions des volumes sont limitées par les murs et les parois fixes.

b Piscine hors-sol

Matériel	Volume 0	Volume 1	Volume 2
Éclairages, pompes, réchauffeurs et autres matériels fixes	Non sauf projecteur en TBTS IP 68	Non, sauf dans une enveloppe isolante accessible par une porte fermée à clef qui coupe l'alimentation dès l'ouverture - IP X5	Avec interrupteur différentiel 30 mA BT 230 V classe II uniquement
Robot	TBTS		
Prise de courant, interrupteur	Non		Avec interrupteur différentiel 30 mA
Câblage	Pas de gaine ou d'enveloppe métallique		
	Pas de boîte de dérivation		

Aires de jeux

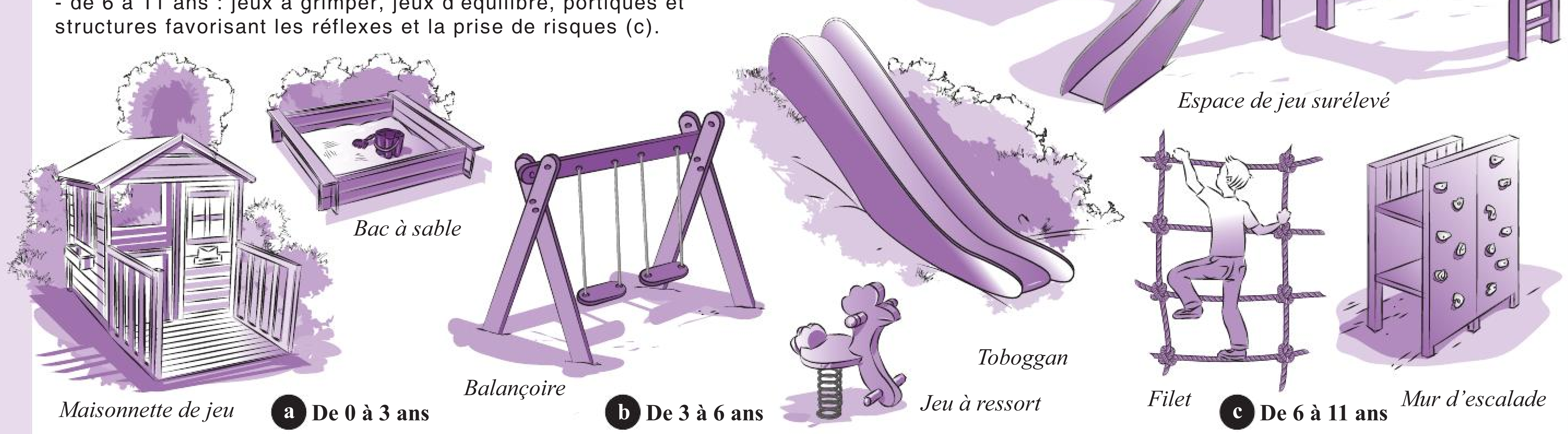
Comment ça marche

Les aires de jeux participent au développement personnel et à la croissance des enfants, ce sont des lieux de détente et de rencontre. L'implantation et l'accès des aires de jeux doivent être sécurisés et l'espace suffisant pour installer les jeux et équipements souhaités sans que les espaces libres nécessaires à leur utilisation ne se chevauchent. Les sols amortissants doivent être fonction des hauteurs de chute qui ne doivent jamais être supérieures à 3 mètres.

Types de jeux

Selon les tranches d'âge des enfants, différents types de jeux sont distingués :
- jusqu'à 3 ans : bacs à sables et maisonnettes de jeu favorisant la prise d'autonomie (a) ;
- de 3 à 6 ans : balançoires, toboggans et jeux à ressorts permettant des mouvements et exercices favorisant le développement des capacités physiques (b) ;
- de 6 à 11 ans : jeux à grimper, jeux d'équilibre, portiques et structures favorisant les réflexes et la prise de risques (c).

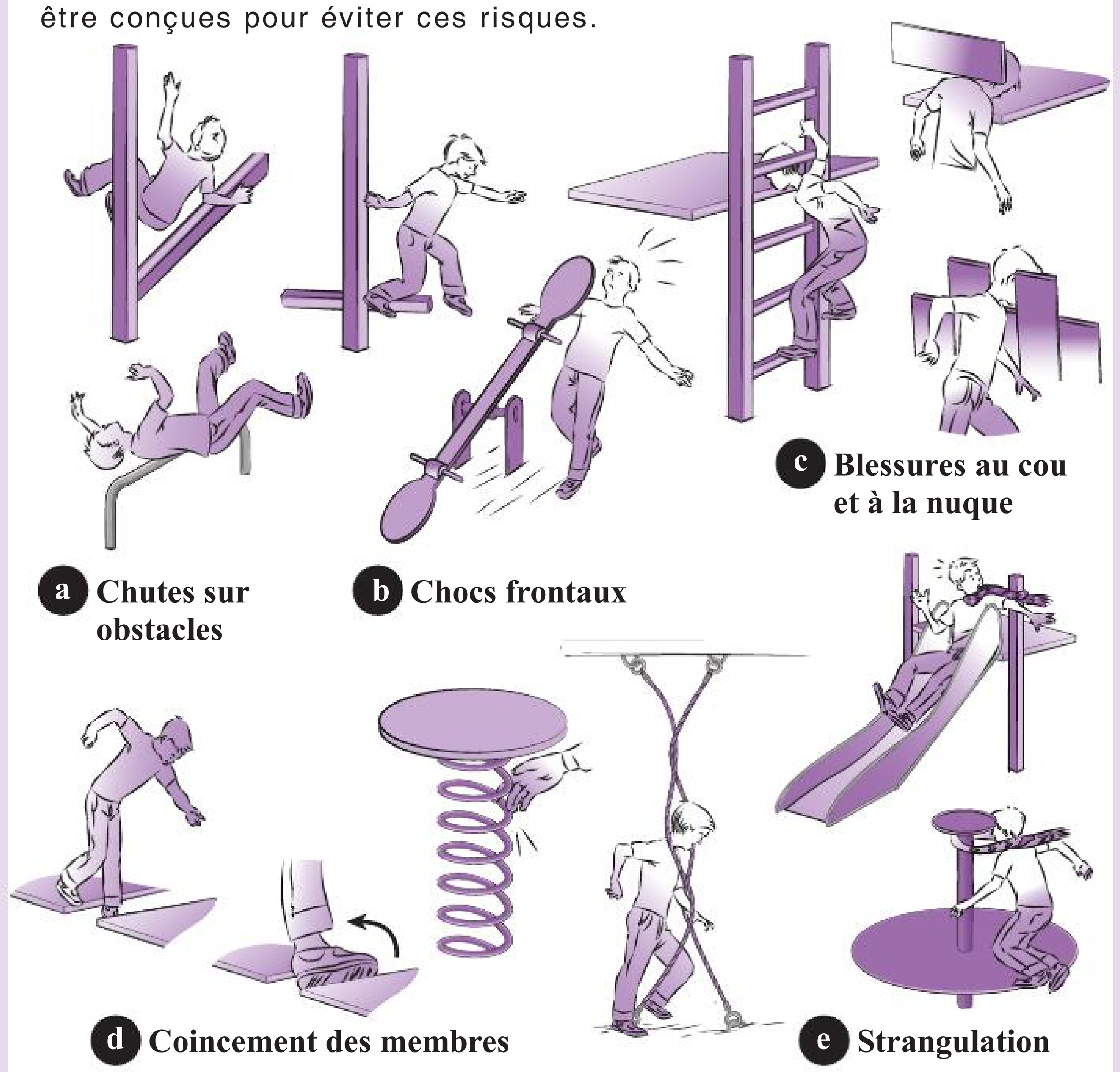




a De 0 à 3 ans **b** De 3 à 6 ans **c** De 6 à 11 ans

Dangers

Les accidents qui se produisent sur les aires de jeux ont des origines très diverses. Les situations de danger les plus critiques sont occasionnées par les chutes sur obstacles (a), les chocs frontaux (b), les blessures au cou et à la nuque (c), le coincement des membres (d) ou la strangulation (e). Les aires de jeux doivent être conçues pour éviter ces risques.

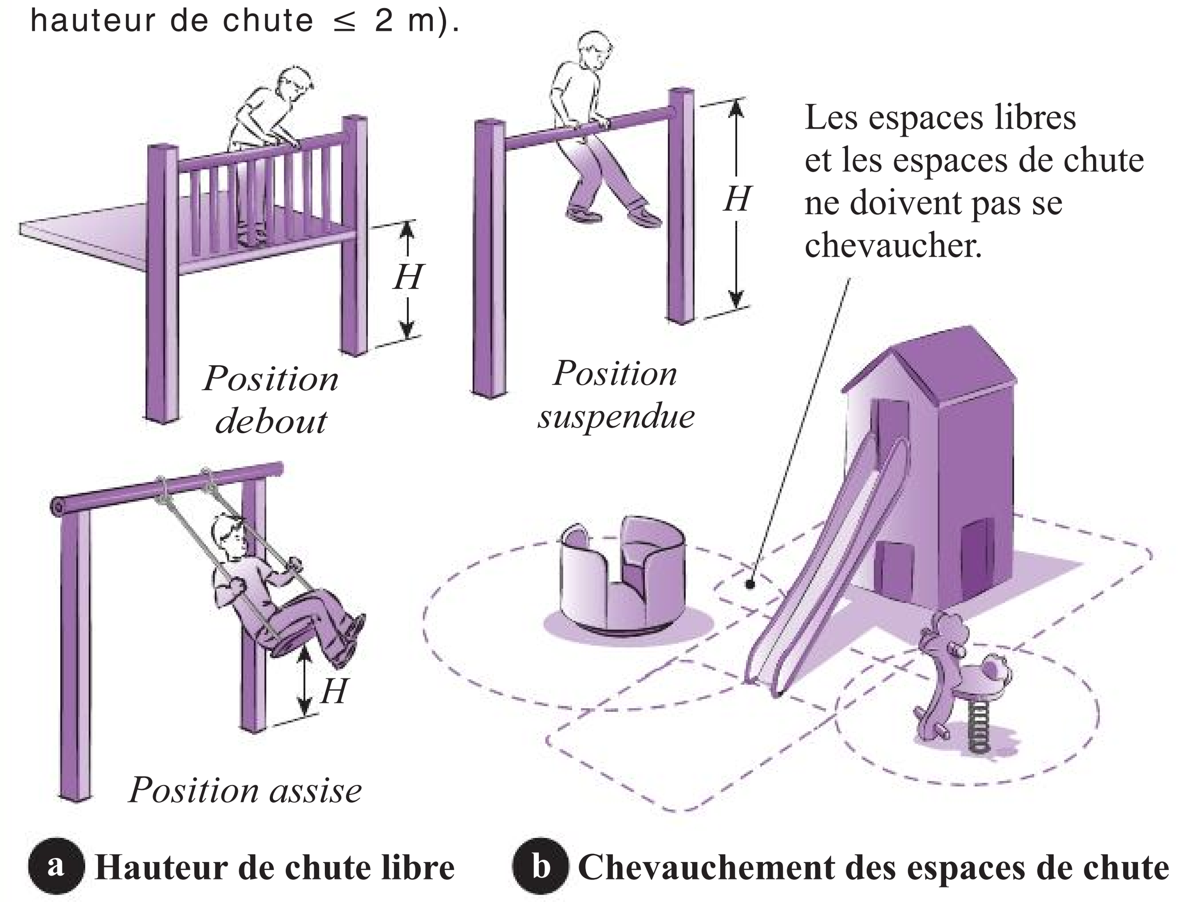


a Chutes sur obstacles **b** Chocs frontaux **c** Blessures au cou et à la nuque **d** Coincement des membres **e** Strangulation

Sols et hauteurs de chute

La hauteur de chute libre (a) est déterminée :
- pour une station debout : par l'intervalle situé entre la plante des pieds et la surface située immédiatement en-dessous ;
- pour une position assise : par l'intervalle entre la surface du siège et celle située immédiatement en-dessous ;
- pour une position suspendue : par l'intervalle entre l'élément de suspension des mains et la surface située en-dessous.

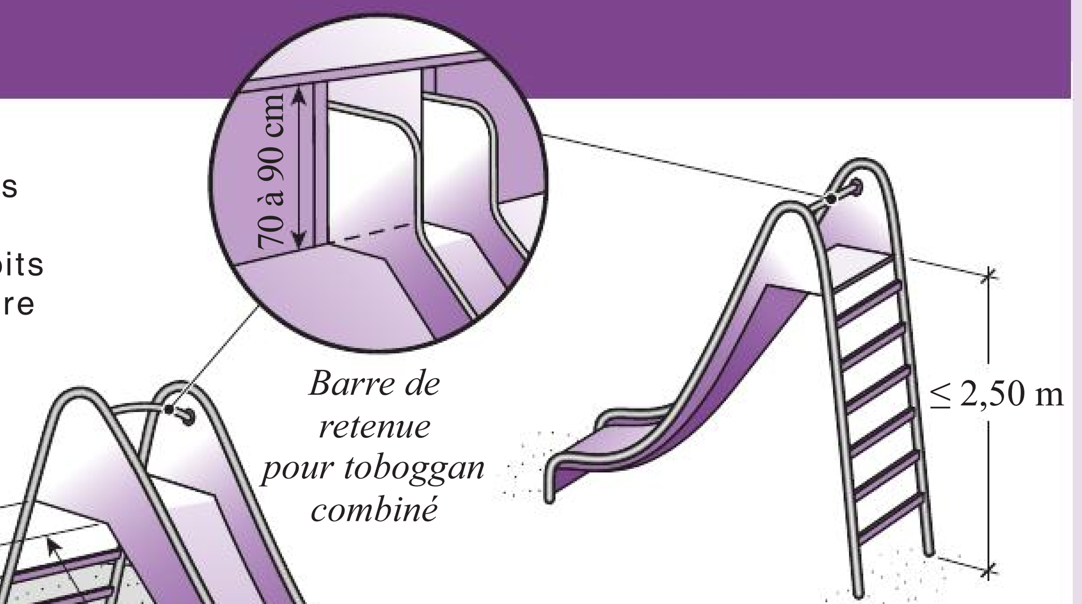
Les espaces libres et les hauteurs de chute ne doivent ni se chevaucher ni contenir d'obstacles (b). Les revêtements de sol (copeaux de bois, fragements d'écorce, sable, graviers ou sol synthétique) doivent permettre d'amortir l'impact, leur épaisseur étant calculée en fonction de la hauteur de chute (exemple : 20 cm d'épaisseur de copeaux de bois sont nécessaires pour une hauteur de chute ≤ 2 m).

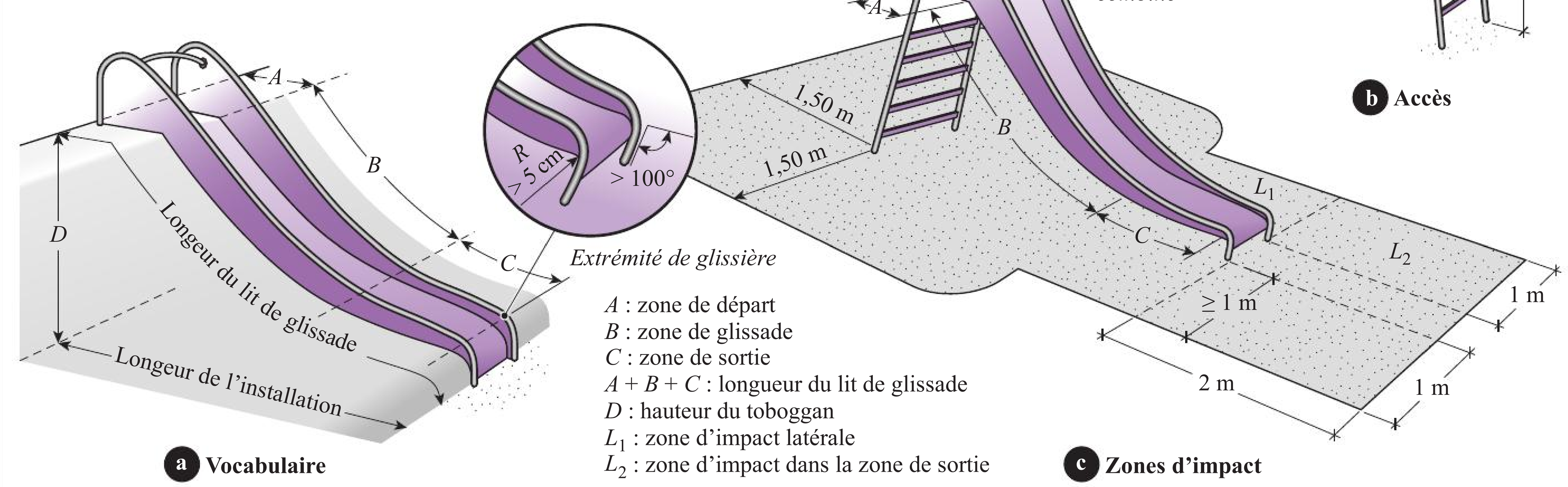


a Hauteur de chute libre **b** Chevauchement des espaces de chute

Toboggans

Les toboggans pour un seul enfant (a) ont une largeur minimale de 40 cm et une largeur maximale de 70 cm. L'angle d'inclinaison de la zone de glissade ne doit pas être supérieur à 60° par rapport à l'horizontale. L'échelle ou la plateforme d'accès (pour les toboggans combinés à une plateforme de jeu) ne doivent ni être plus étroits que le siège du toboggan ni culminer au-delà d'une hauteur de 2,50 m (b). Une barre de retenue décourage l'accès à la zone de départ en position debout.
Les zones d'impact (c), constituées d'un sol en copeaux de bois, fragments d'écorce, sable, gravier ou revêtement synthétique doivent être situées à une distance minimale de 1 m des protections latérales de la zone de sortie et à 2 m au-delà de la zone de sortie.



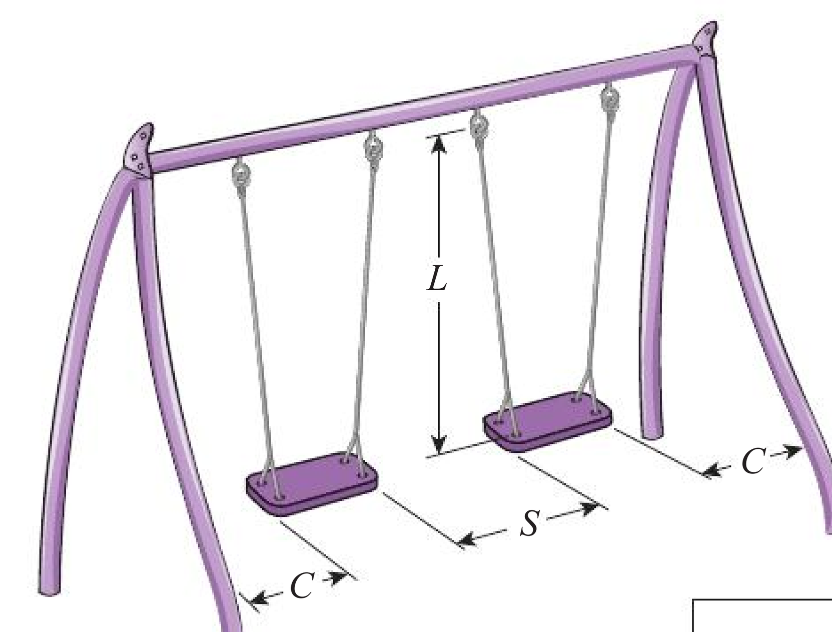


A : zone de départ
B : zone de glissade
C : zone de sortie
A + B + C : longueur du lit de glissade
D : hauteur du toboggan
L_1 : zone d'impact latérale
L_2 : zone d'impact dans la zone de sortie

a Vocabulaire **b** Accès **c** Zones d'impact

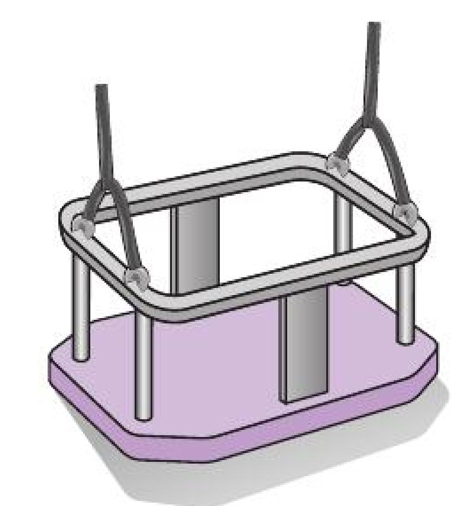
Balançoires

L'écartement minimal des sièges de balançoires (a) permet d'éviter les chocs entre utilisateurs. Pour stabiliser le siège dans l'axe de la balançoire, la suspension doit avoir une forme trapézoïdale (b). La hauteur de chute libre maximale *H* (c) est définie par la formule suivante : *H* = 1/2 hauteur de suspension (= cos 60°) + hauteur du siège au-dessus du sol. Le résultat permet de choisir un revêtement de sol compact ou synthétique approprié. Les balançoires comportant plus de deux sièges doivent être divisées par travées. Une même travée ne doit pas combiner un siège nacelle et un siège simple.



$C \geq 20\,\%\,L + 20$ cm
$S \geq 20\,\%\,L + 30$ cm

a Écartement des sièges



Siège nacelle accessible

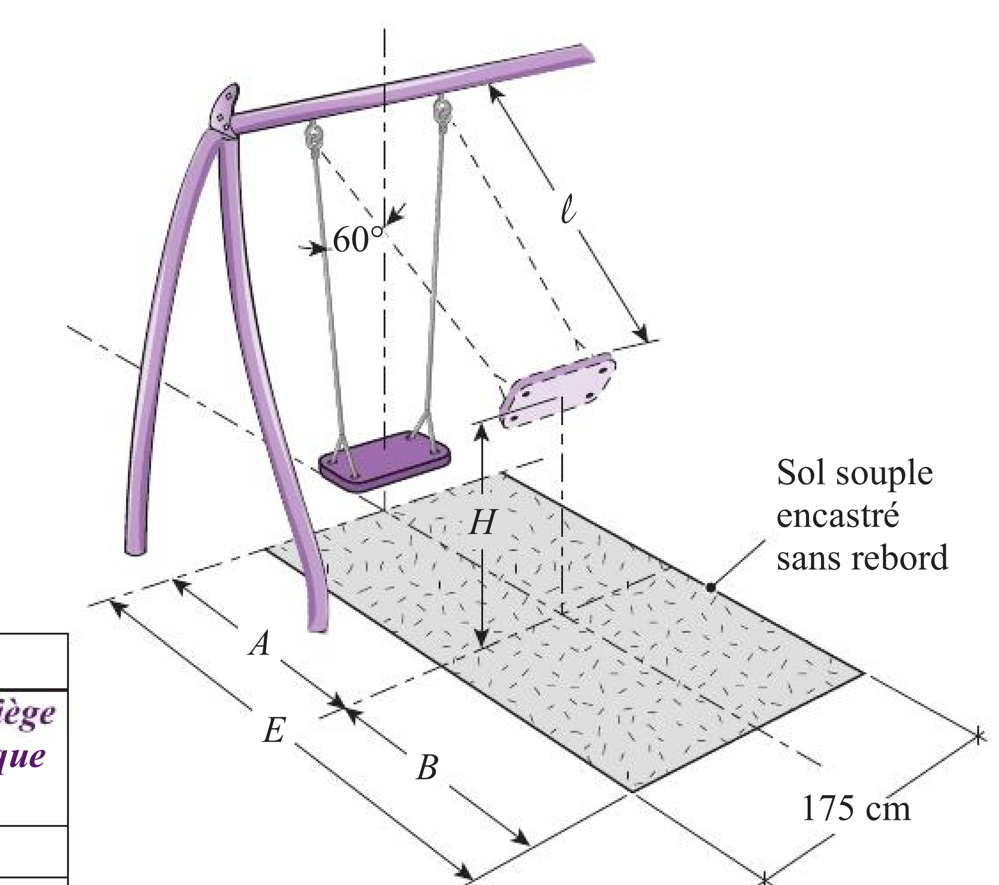
Longueur *L* de la suspension (cm)	Écartement (cm)	
	Entre les sièges (S)	*Entre un siège et le portique (C)*
150	≥ 60	≥ 50
200	≥ 70	≥ 60
250	≥ 80	≥ 70
300	≥ 90	≥ 80



$F \geq G + 5\,\%\,L$

Largeur du siège G (cm)	*Longueur L de la suspension (cm)*	*Écartement F (cm)*
35	≥ 200	≥ 45,0
35	≥ 250	≥ 47,5
40	≥ 200	≥ 50,0
40	≥ 250	≥ 52,5

b Stabilité des sièges



Zones de sol compacts ou synthétiques			
Longueur de la suspension (cm)	*A (cm)*	*B (cm)*	*Étendue E (cm)*
150	130	175	305
200	173	175	348
250	216	175	390
300	260	175	435

c Hauteur de chute libre

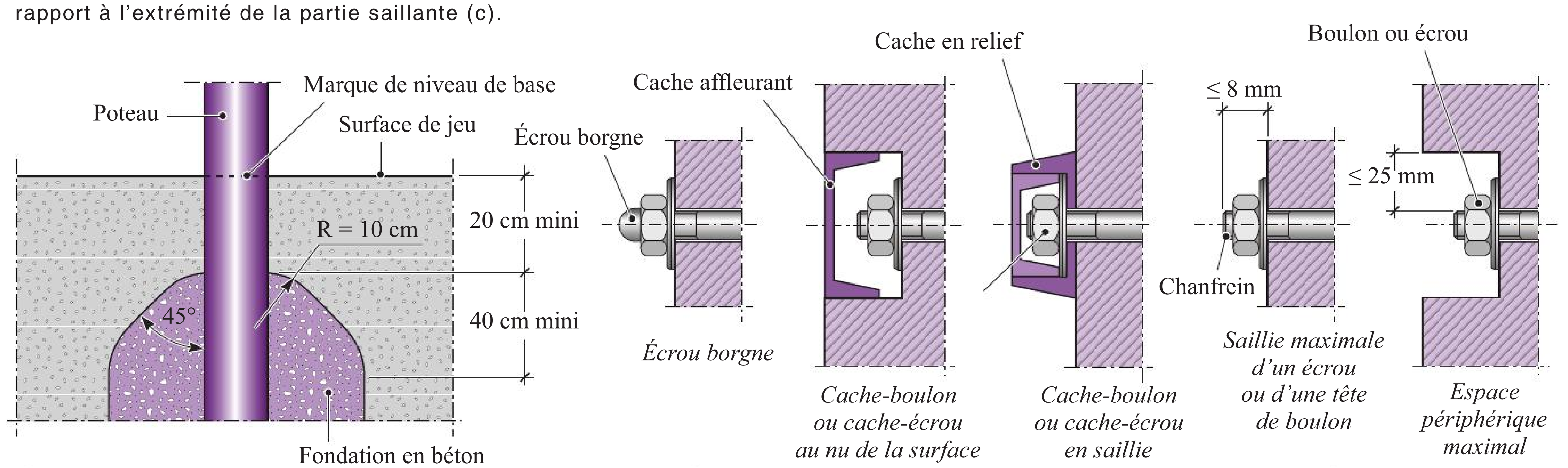
Fixation et ancrage des aires de jeux

Comment ça marche

Les équipements des aires de jeux sont fixés au sol par ancrage ou scellement dans des fondations en béton. Les équipements en bois sont très présents dans les aires de jeux. Leur fixation au sol, indispensable à la stabilité ou pour limiter le vandalisme, peut être réalisée sur le sol existant ou par l'intermédiaire d'un massif en béton. L'exposition aux intempéries impose des mesures de prévention qui concernent le choix des essences, le traitement du bois et les techniques de mise en œuvre.

Fondations et mise en œuvre des boulons et écrous

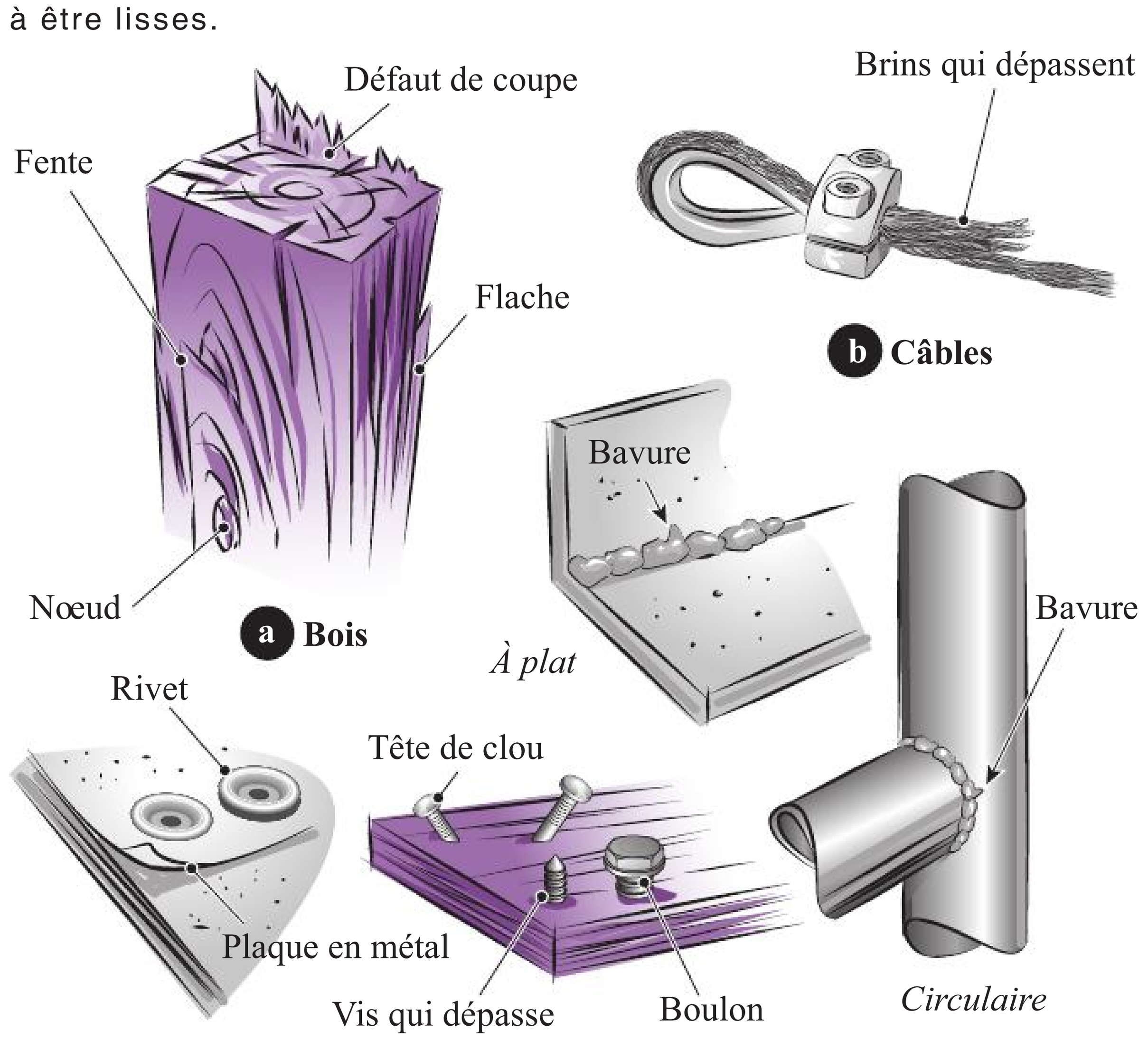
Les fondations (a) ne doivent pas présenter de risque de trébuchement ou d'impact ; ainsi, leur partie supérieure doit se situer à au moins 20 cm de la surface de l'aire de jeux ou être recouverte par l'équipement. Les fondations doivent présenter des angles arrondis selon un rayon de 10 cm, la partie inclinée décrivant un angle de 45° par rapport à la verticale. Les parties saillantes des boulons doivent être recouvertes par des écrous borgnes ou des caches (b). Des chanfreins, d'un rayon minimal de 3 mm, doivent être mis en œuvre pour les coins, bords et parties saillantes qui dépassent de plus de 8 mm et ne sont pas protégés par des surfaces adjacentes situées à une distance maximale de 25 mm par rapport à l'extrémité de la partie saillante (c).



a Exemple de fondation pour aires de jeux **b** Recouvrement par écrou borgne ou cache **c** Chanfreins

État de surface des fixations

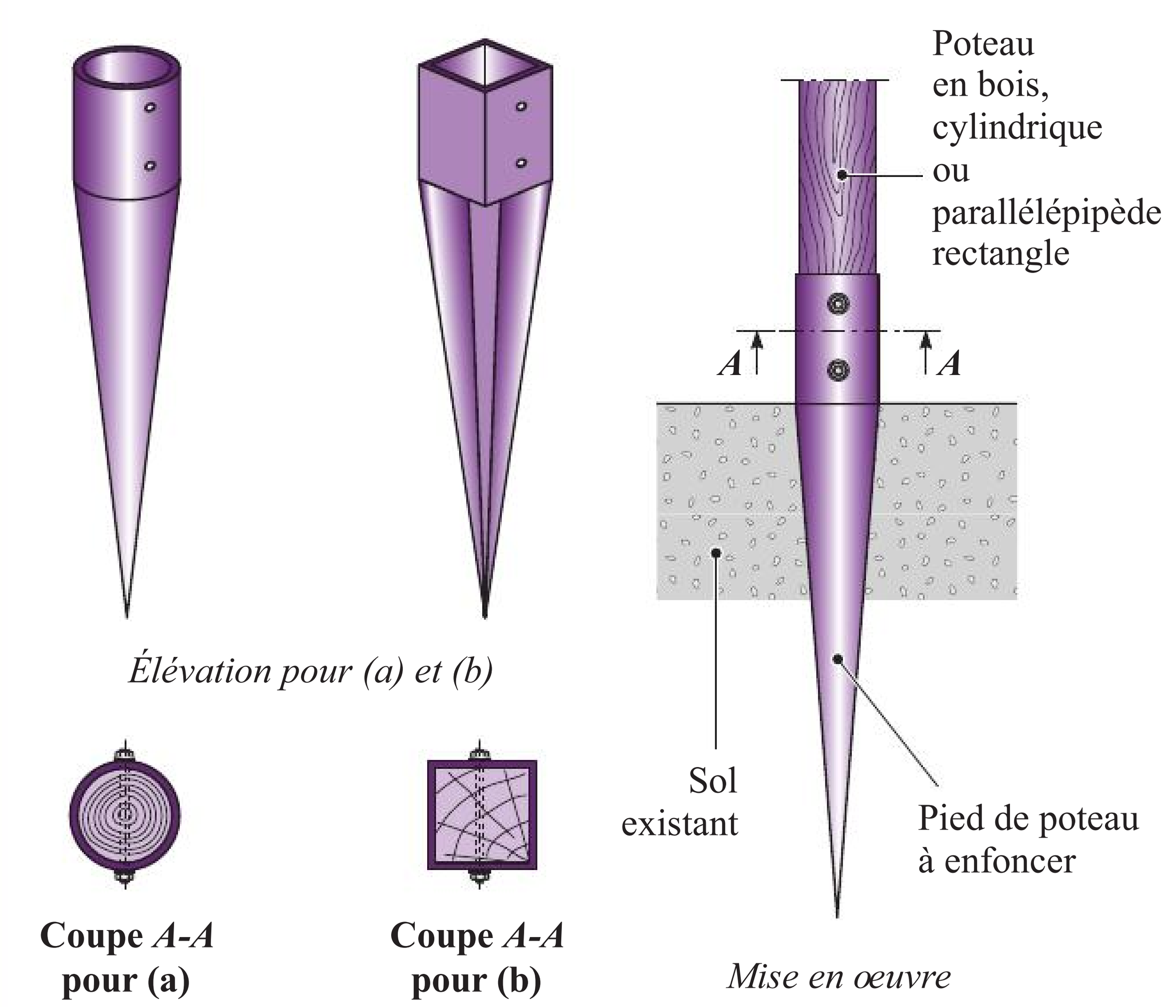
Le bois ou les autres matériaux (fibre de verre par exemple) utilisés pour les équipements et aires de jeux ne doivent pas présenter d'échardes (a). Ils ne doivent comporter ni clou ni aucune extrémité de câble métallique en saillie (b), ni aucun élément pointu ou ayant des arêtes vives (c). Les surfaces brutes ne doivent présenter aucun risque de blessure. Les soudures (d) doivent être ébarbées de façon à être lisses.



a Bois **b** Câbles **c** Éléments pointus et arêtes vives **d** Soudures

Pieds de poteaux à enfoncer

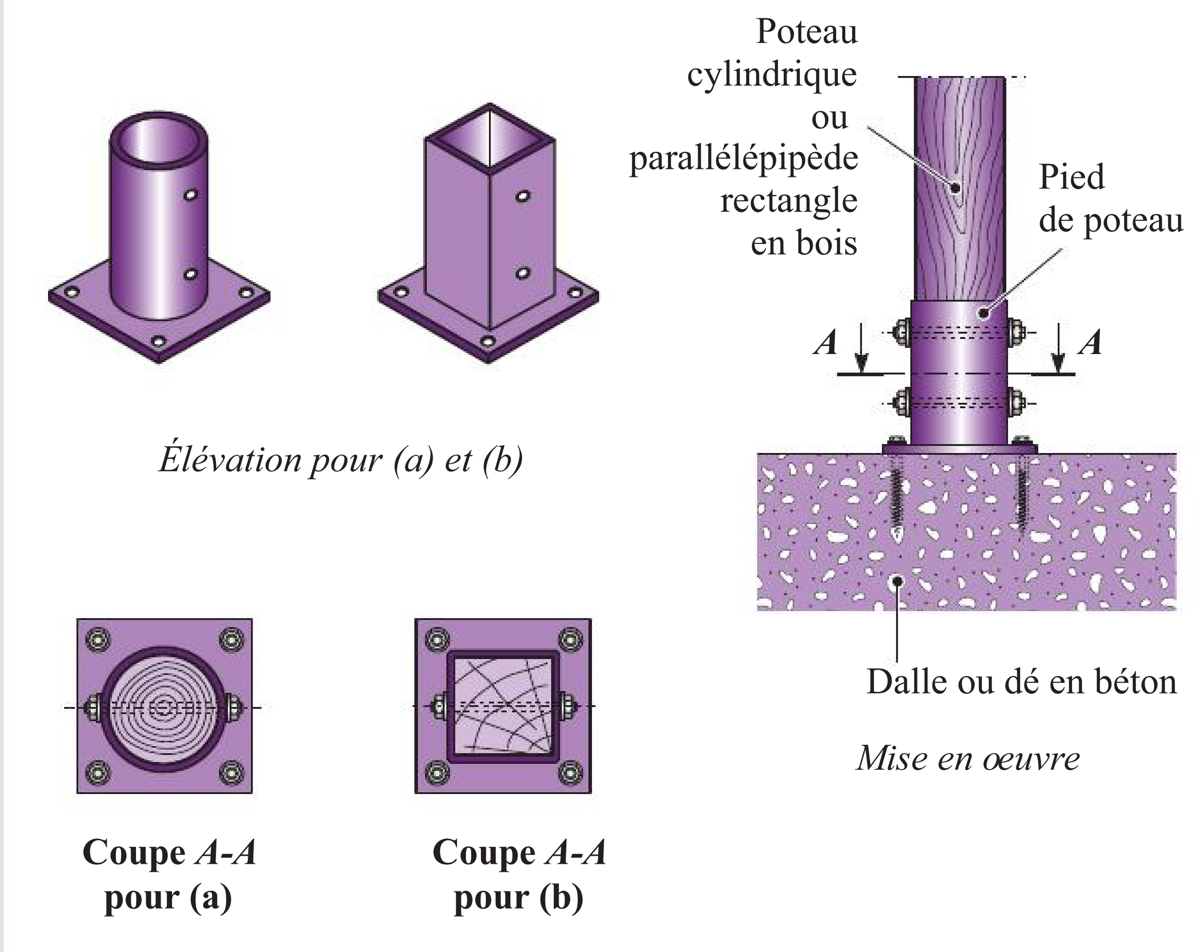
La partie du pied métallique enfoncée dans le sol est conique (a) ou constituée d'un profilé en X formant un cône évidé (b). La partie hors sol dans laquelle le poteau est inséré est d'une forme adaptée à celui-ci (cylindre ou parallélépipède). Des perforations de part et d'autre permettent la fixation du poteau par boulons et écrous. Il existe des pieds de poteaux en forme de profilés en X à sceller dans du béton dont la partie inférieure est tronquée.



a Pied conique **b** Pied en X

Pieds de poteaux à une platine

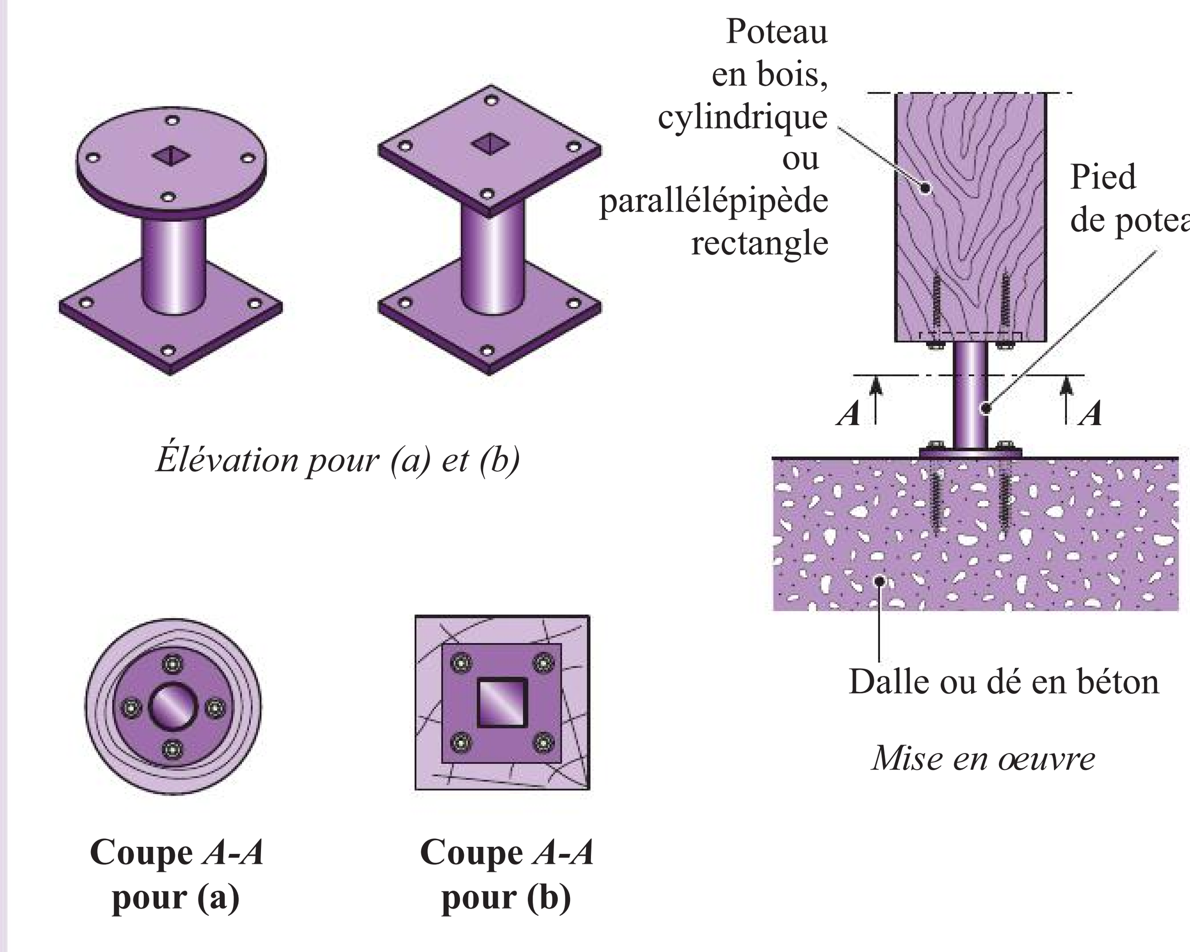
La partie hors-sol de la platine doit être adaptée au poteau (cylindre (a) ou parallélépipède rectangle (b)). Des perforations de part et d'autre permettent la fixation du poteau par boulons et écrous. Afin d'éviter la pénétration d'eau entre le bois et le métal, le haut du pied est positionné dans une réservation réalisée dans la base du poteau. La platine, généralement de forme carrée et munie de perforations, permet la fixation sur le béton au moyen de boulons d'ancrage et de chevilles.



a Poteau rond **b** Poteau carré

Pieds de poteaux à deux platines

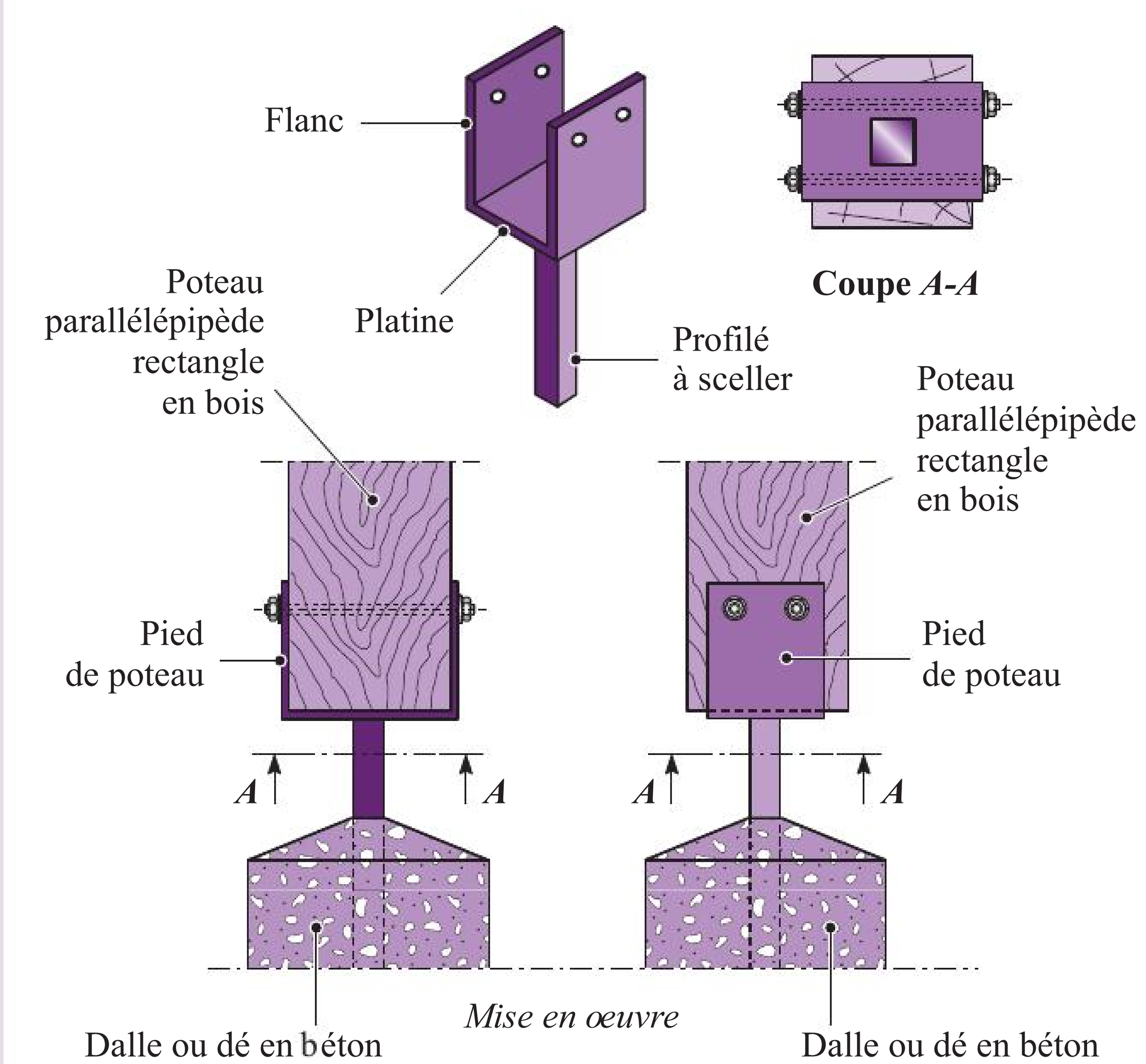
Les deux platines sont assemblées par un profilé tubulaire cylindrique ou carré, la platine supérieure étant adaptée au poteau (circulaire (a), carrée (b) ou rectangulaire). Elle comporte des perforations qui permettent la fixation au dessous du poteau par des tirefonds. Une réservation réalisée dans la base du poteau enveloppe la platine haute afin d'éviter la pénétration d'eau entre le bois et le métal. La platine basse, généralement de forme carrée et munie de perforations, permet la fixation sur le béton au moyen de boulons d'ancrage et de chevilles.



a Poteau rond **b** Poteau carré

Pieds de poteaux en U

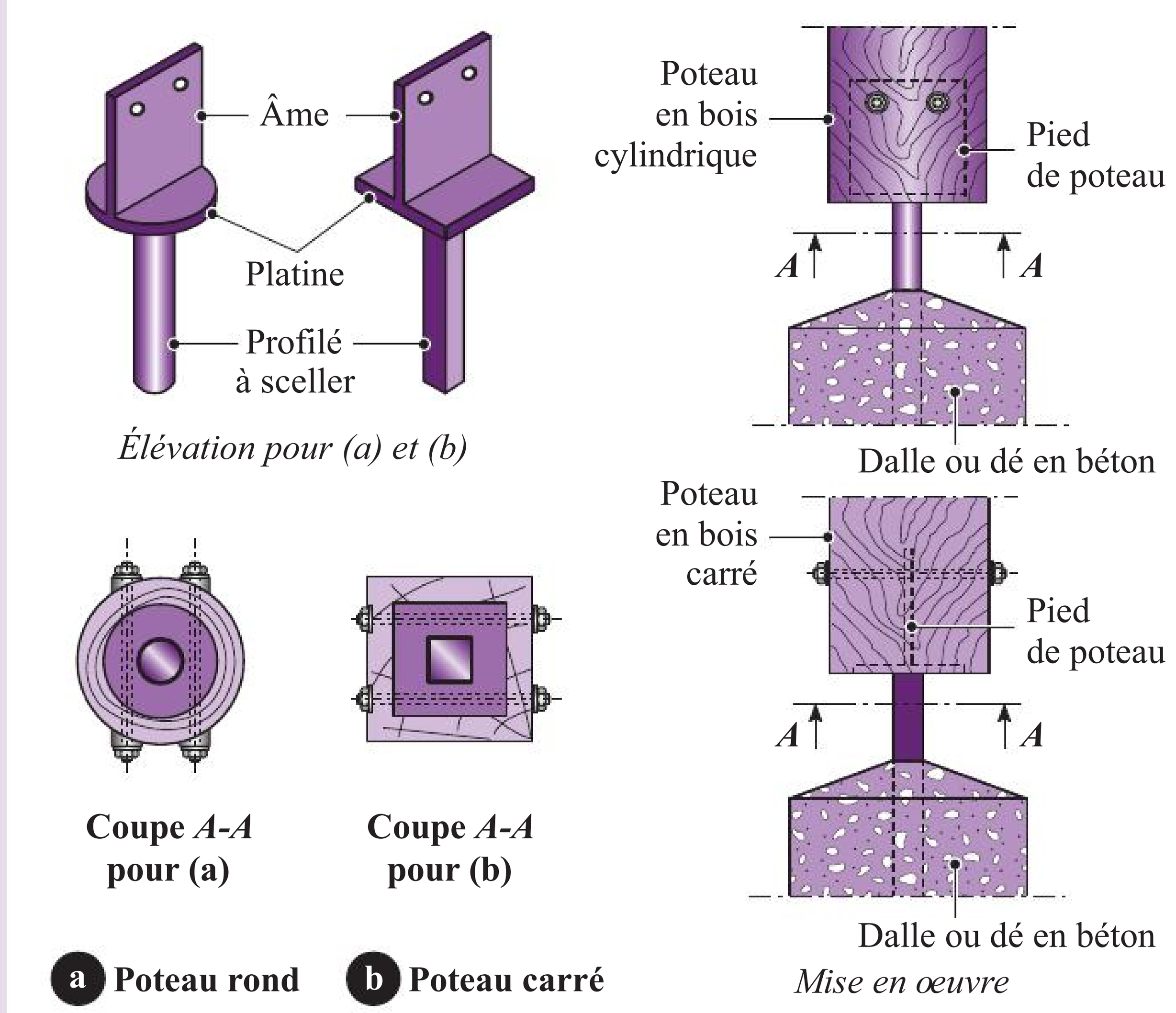
Dans ce cas, la fixation au poteau, obligatoirement de forme carrée ou rectangulaire, est assurée par un profilé métallique en U dont les deux parties verticales (les flancs) sont situées de part et d'autre du poteau et l'élément horizontal (la platine) sous celui-ci. Les perforations situées sur les flancs permettent une fixation du poteau de part en part au moyen de boulons et écrous. L'ancrage sur la dalle ou le dé en béton est réalisé au moyen d'une platine vissée ou par scellement d'un profilé ou d'une tige filetée.



Pied en U

Pieds de poteaux en T inversé

La fixation au poteau est réalisée par un profilé métallique en T inversé, ou âme, dont la partie verticale est insérée dans une entaille non traversante pratiquée dans la base du poteau. L'élément horizontal, ou platine, peut être circulaire (a) ou carré (b). La partie verticale doit être moins large que le poteau afin d'éviter la stagnation d'eau entre le bois et le métal. Les perforations situées sur la partie verticale permettent une fixation au poteau de part en part au moyen de boulons et écrous. L'ancrage sur la dalle ou le dé en béton est réalisé au moyen d'une platine vissée ou par scellement d'un profilé ou d'une tige filetée.



a Poteau rond **b** Poteau carré

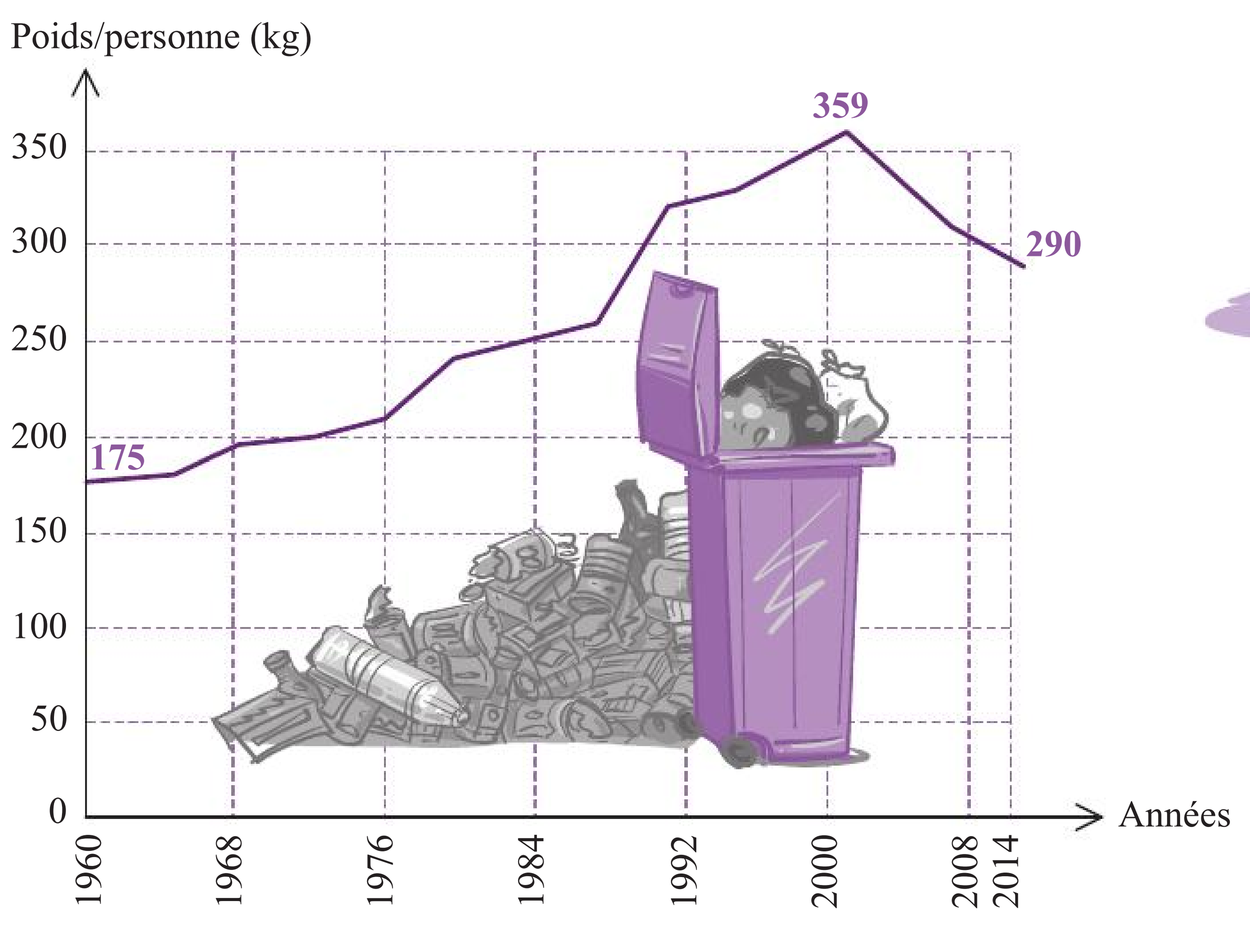
Comment ça marche

Entrées et locaux de service

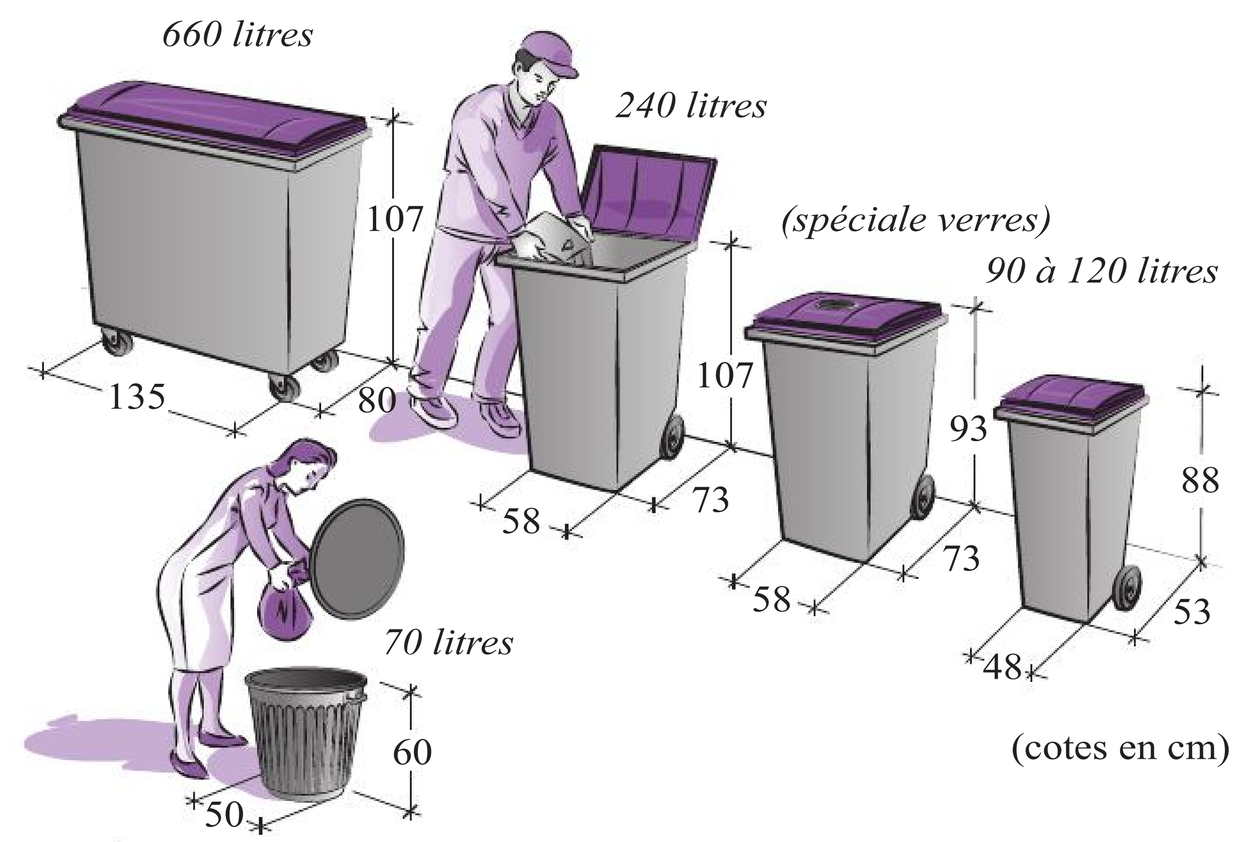
Les entrées et locaux de service (local à poubelles, garage à vélos, buanderie, séchoir, etc.) sont considérés comme des parties communes des immeubles d'habitation. Ce sont les espaces, ouvrages et équipements utiles à tous les copropriétaires ou à certains d'entre eux. Ils doivent être accessibles aux personnes en situation de handicap ou à mobilité réduite. Le règlement de copropriété en fixe les règles d'utilisation.

Collecte et stockage des ordures ménagères

Chaque jour, une personne produit entre 0,8 et 1 kg de déchets soit environ 300 kg par an (a). La gestion des ordures ménagères représente des enjeux environnementaux, sanitaires et économiques importants. Les déchets des ménages sont triés par catégories et stockés séparément dans des conteneurs hermétiques de capacité adaptée au nombre d'habitants, au volume de déchets produits et à la fréquence de la collecte (b). La gestion des déchets requiert un local de stockage des ordures à l'intérieur du bâtiment (c) et un emplacement à l'extérieur pour les entreposer temporairement le jour de la collecte. Le local intérieur ne doit pas communiquer directement avec les appartements ou le couloir leur donnant accès. Il doit tenir compte de l'importante masse calorifique des déchets et de leur possible nuisance olfactive en étant ventilé naturellement (ventilation haute et basse) ou mécaniquement (extracteur et grille d'entrée d'air neuf). Les dimensions des portes donnant sur le couloir de service et sur l'extérieur doivent être adaptées à la taille des conteneurs (d).



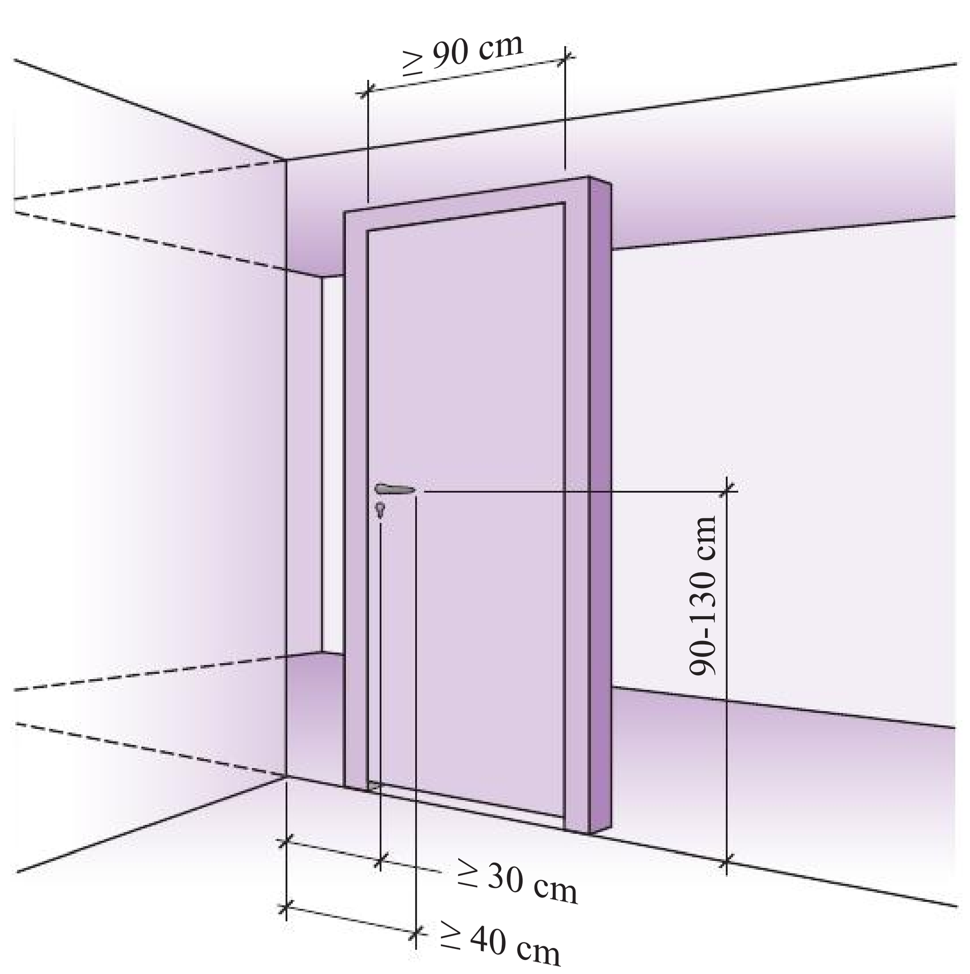
a Évolution de la production de déchets des ménages



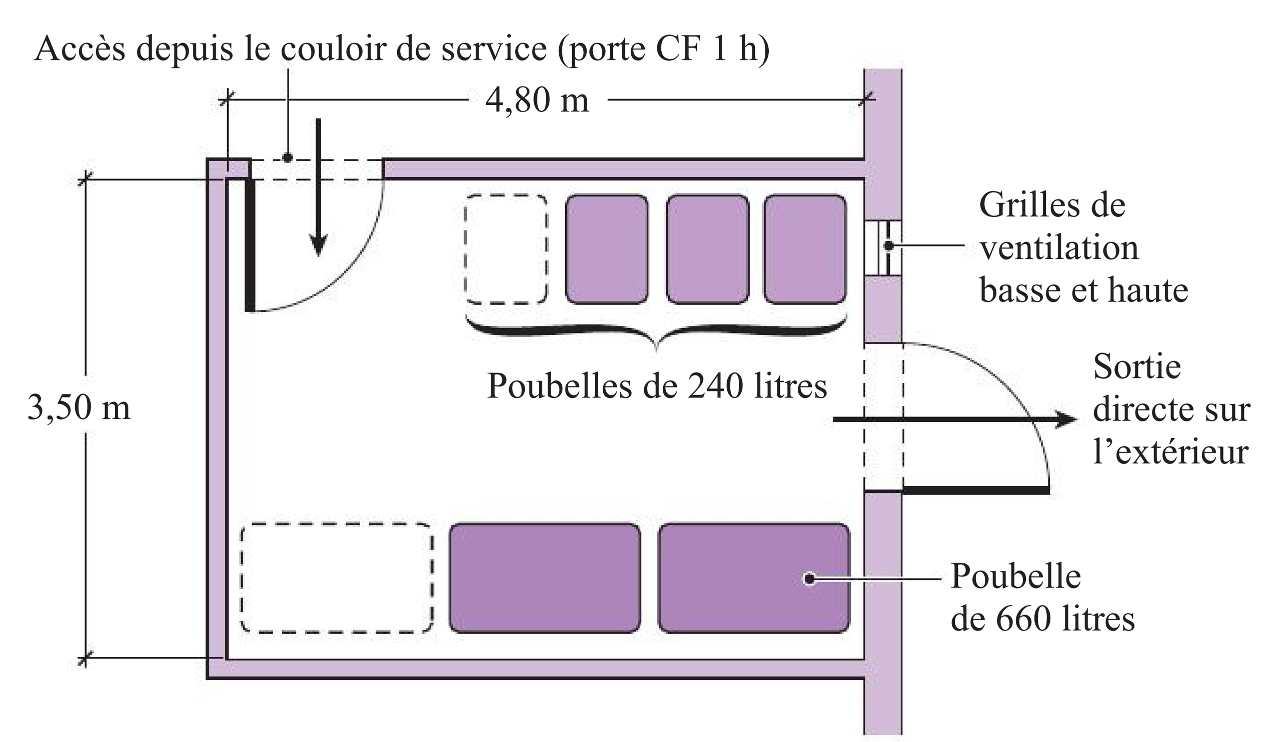
Capacité (litre)	Hauteur (cm)	Largeur (cm)	Longueur (cm)	Emprise au sol (m^2)
120	88	48	55	0,27
240	93	58	73	0,43
340	107	63	85	0,54
500	107	68	135	0,93
660	107	80	135	1,08

Type de déchets	Volume (litres/semaine/habitant)
Ordures ménagères	14
Matériaux recyclables	12
Verre	2

b Dimensions des poubelles et des bacs



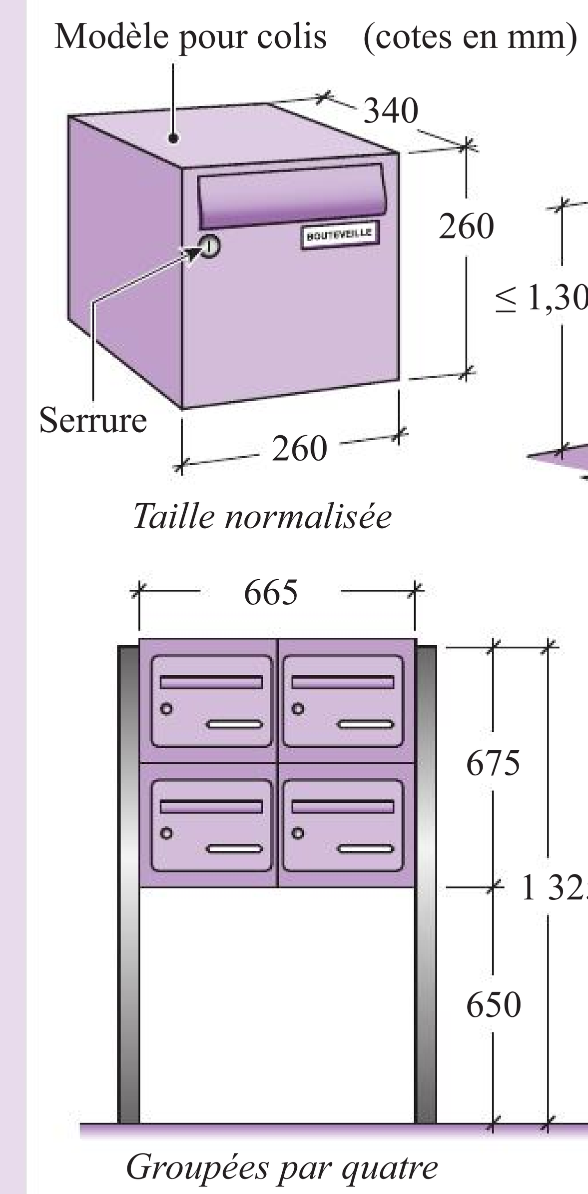
d Porte d'accès



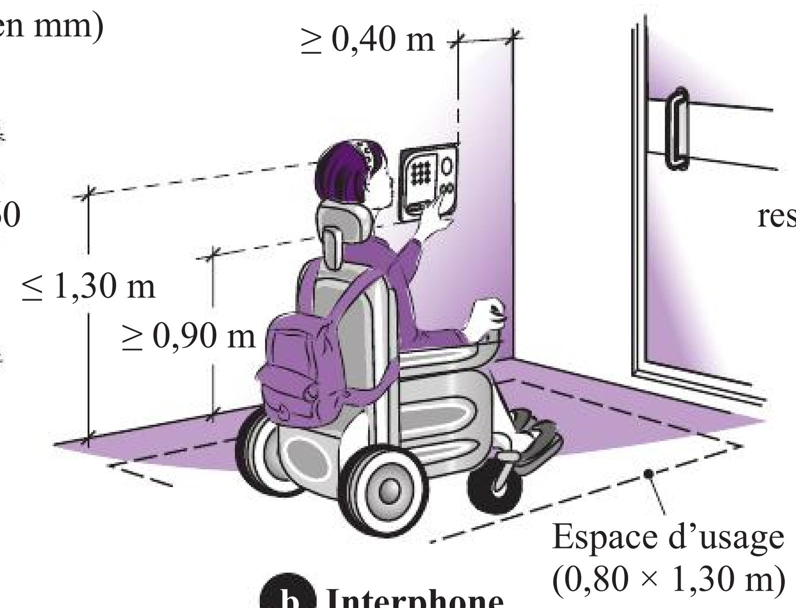
c Local à poubelles avec accès extérieur

Entrée d'immeuble

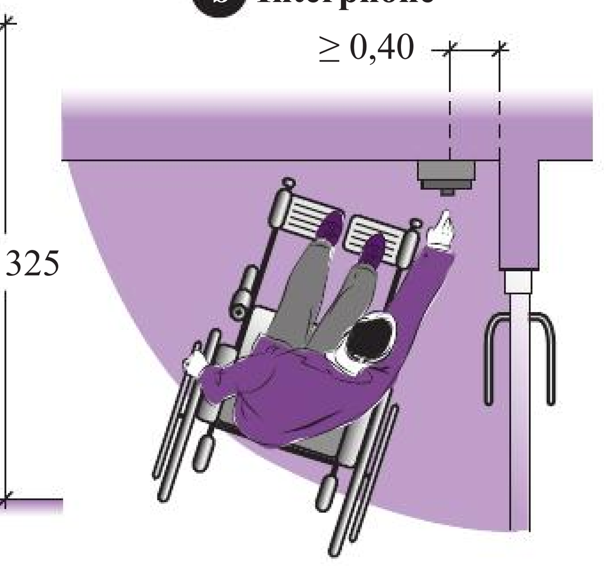
Les espaces d'accès des bâtiments d'habitation, situés près de l'entrée, doivent être protégés des intempéries et des vents dominants. Généralement protégés par une avancée de toiture, un auvent ou une marquise, ils regroupent les boîtes aux lettres (a), un éclairage (avec un éclairement mesuré au sol de 100 lux) qui peut être commandé par un détecteur de présence, ainsi qu'un interphone (b) ou une sonnette (c). Un espace d'usage pour les personnes à mobilité réduite est aménagé au droit des dispositifs et équipements (d). Les revêtements de sol ne doivent pas gêner la progression d'un fauteuil roulant.



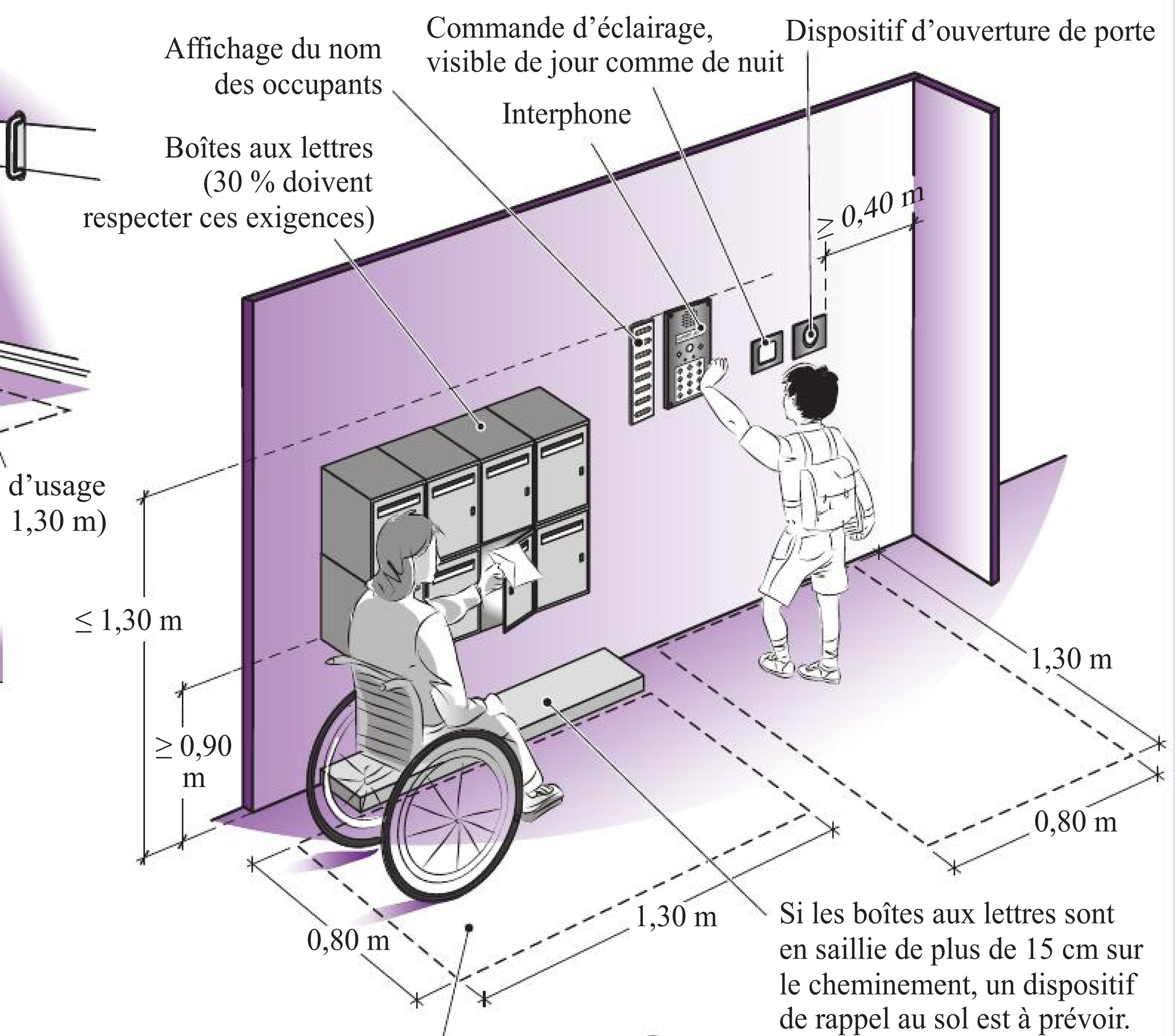
a Boîtes aux lettres



b Interphone



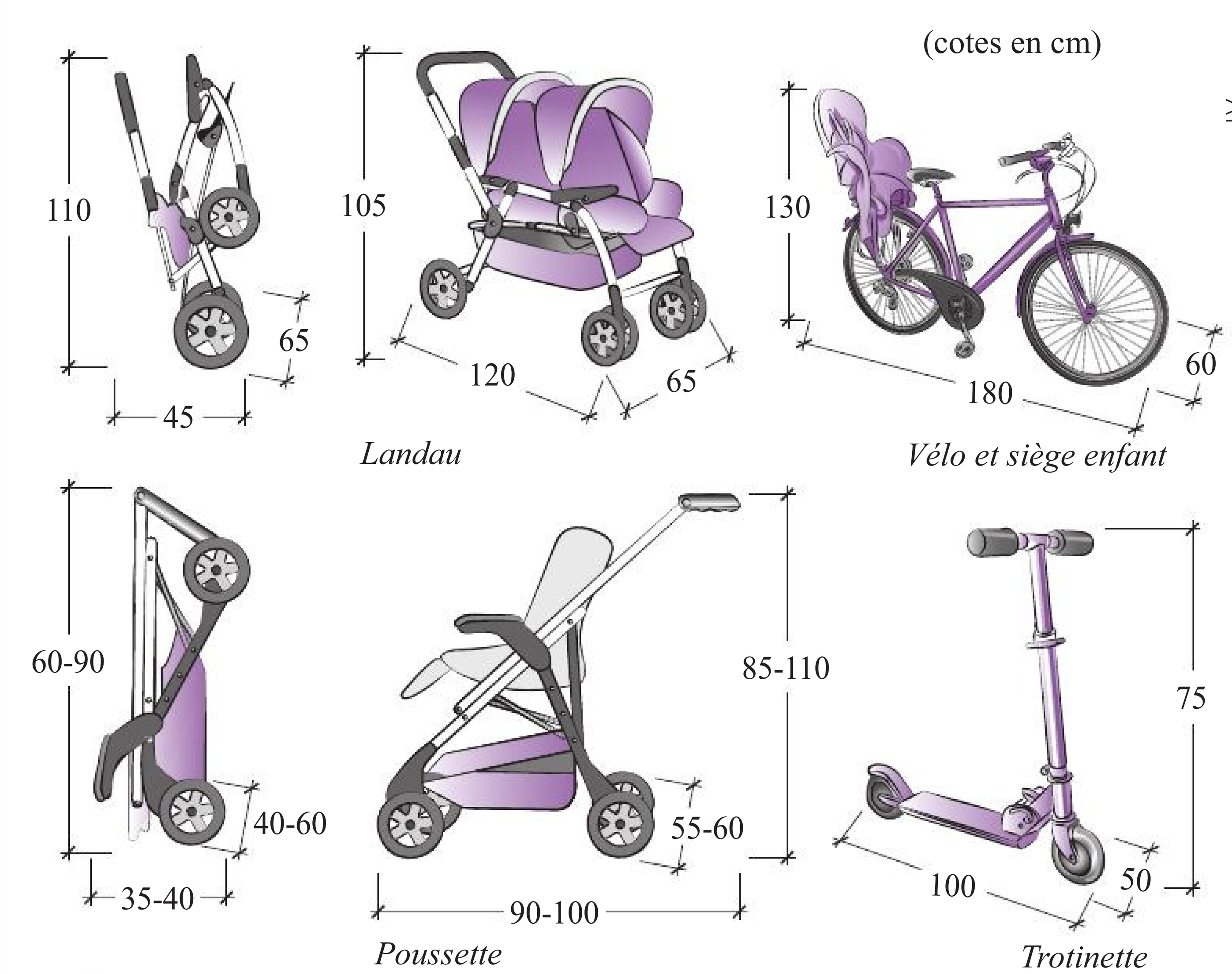
c Sonnette de porte d'entrée



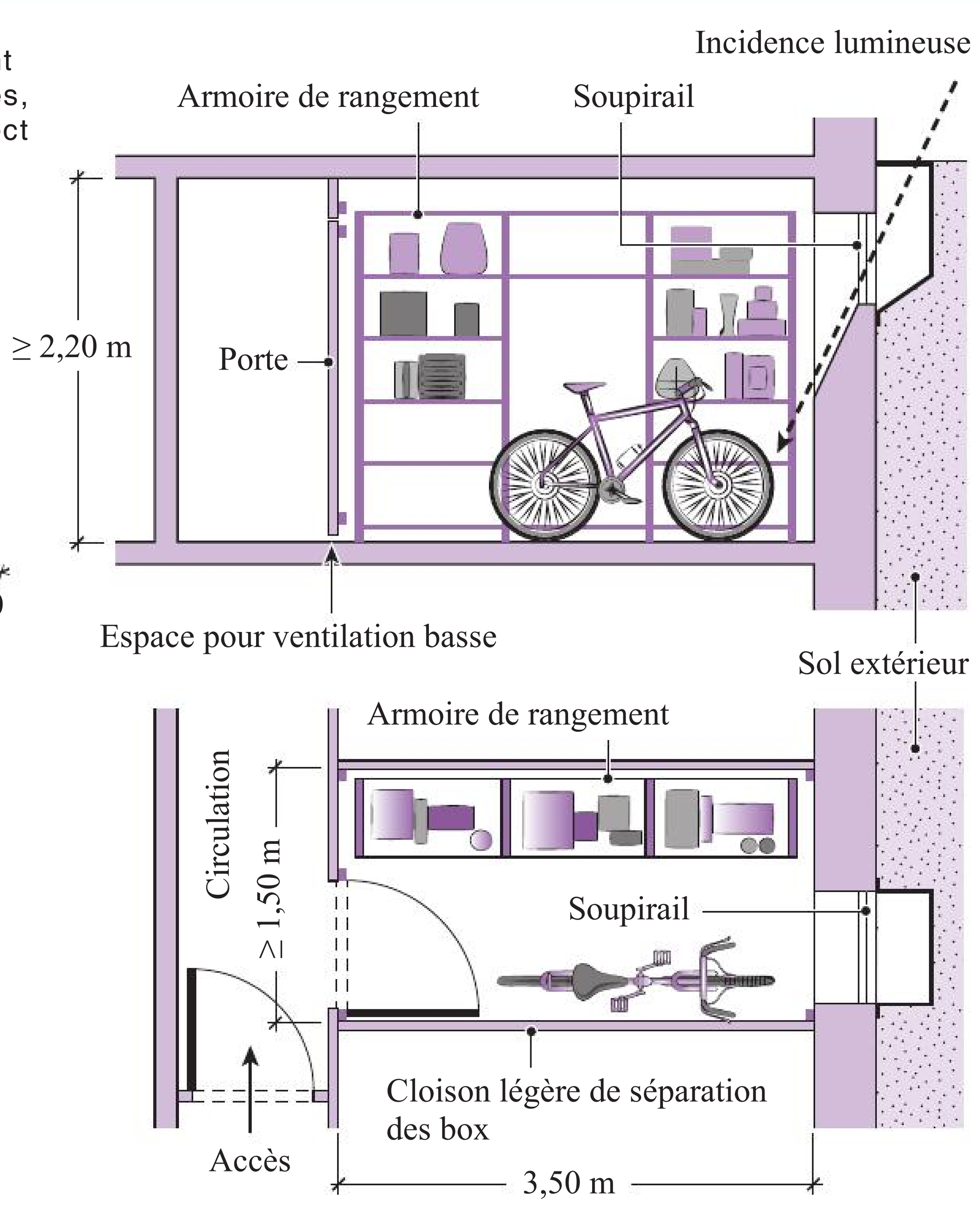
d Espaces d'usage

Box, remise, local à vélos

Les locaux de service sont aménagés si possible de plain-pied, fermés à clé et équipés de patères et de rateliers à vélos. Leur surface est calculée en prévoyant au moins un vélo par habitant, enfants compris, ainsi que des landaux, poussettes, trotinettes, etc. (a). Dans les immeubles d'habitation, ces locaux avec accès direct sur l'extérieur sont collectifs ou individuels ; dans ce dernier cas, ils sont alors appelés box et généralement conçus comme des caves (b).



a Encombrement des landaux, poussettes, vélos avec siège enfant, trotinette



b Box de cave ou remise individuelle en sous-sol

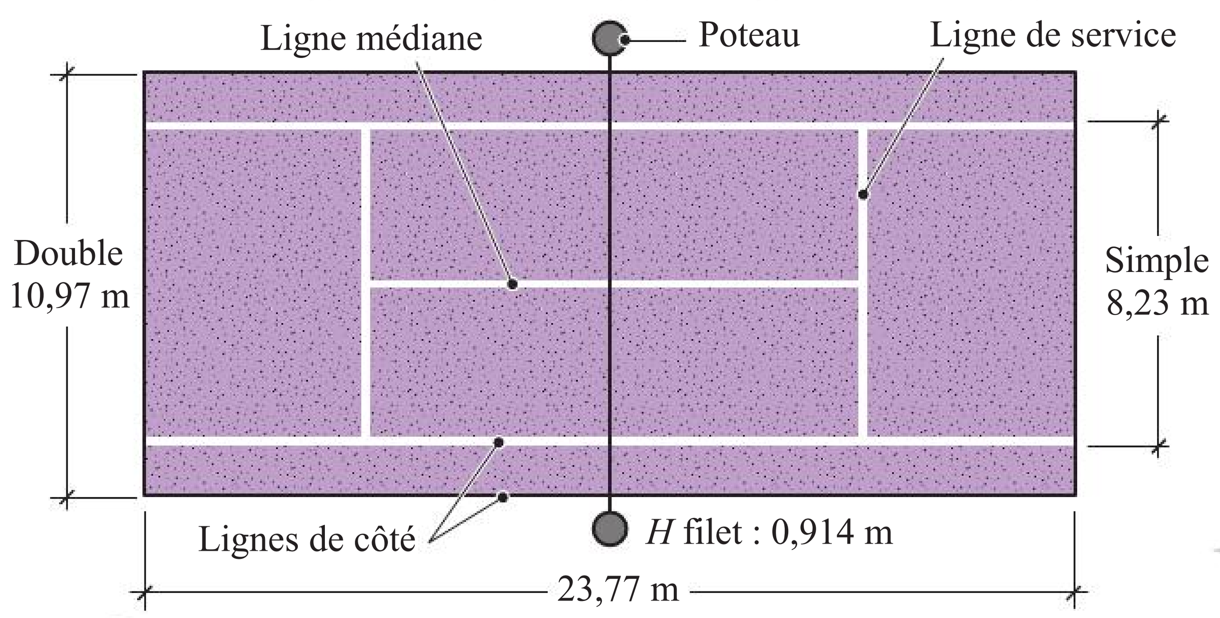
Comment ça marche

Terrains de tennis

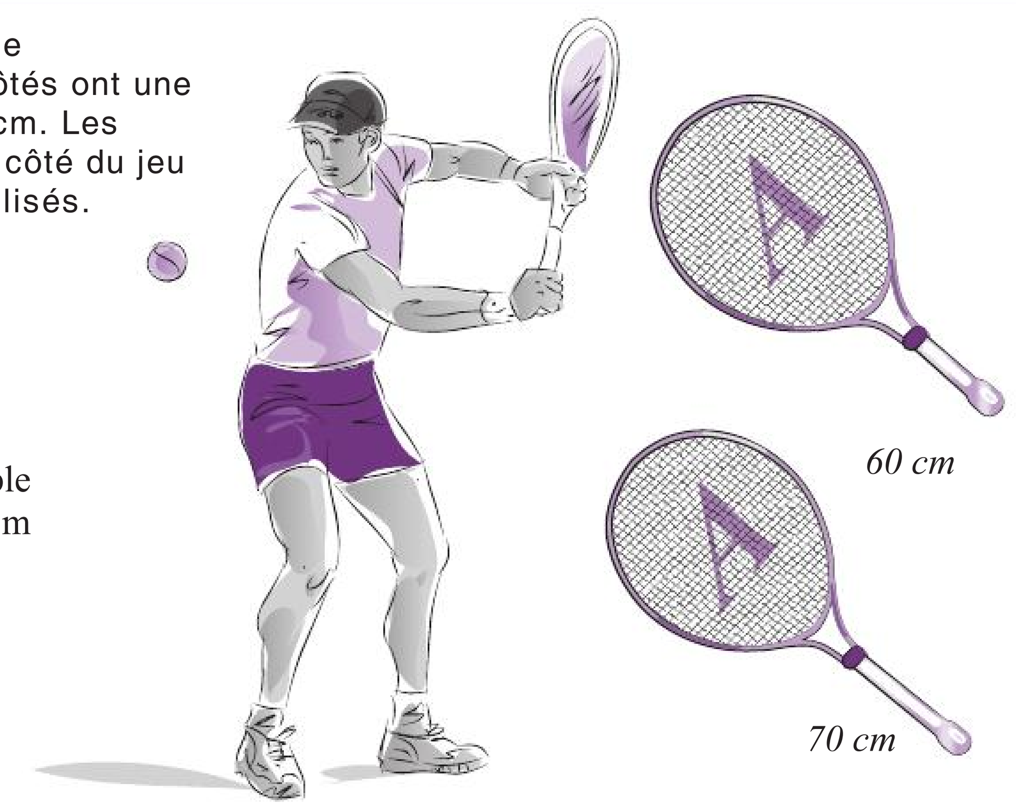
Un terrain de tennis nécessite une surface plane d'environ 720 m². Pour éviter que la luminosité et l'ombre du filet ne gênent les joueurs au soleil levant et couchant, le grand axe du court est orienté nord-sud. Les différentes configurations et dimensions des courts sont adaptées à l'âge et au niveau des joueurs ; elles conditionnent le marquage au sol ainsi que l'implantation et la hauteur du filet. Les revêtements de sol permettent différents types de jeu, une clôture évite la dispersion des balles.

Configurations et dimensions des courts

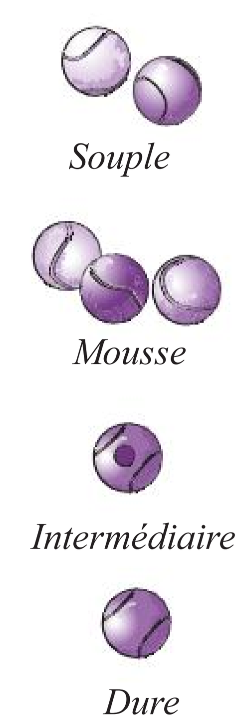
Les dimensions du court pour adultes (a) diffèrent pour un jeu de simple (2 joueurs) ou de double (4 joueurs). Les lignes au sol délimitant les côtés ont une largeur de 5 cm (± 1 cm), celles du fond du court peuvent mesurer 10 cm. Les poteaux supportant le filet sont situés à 0,914 m au-delà des lignes de côté du jeu de double. Deux types de raquettes (b) et 4 types de balles (c) sont utilisés.



a Dimensions du court pour adultes (de simple et/ou de double)

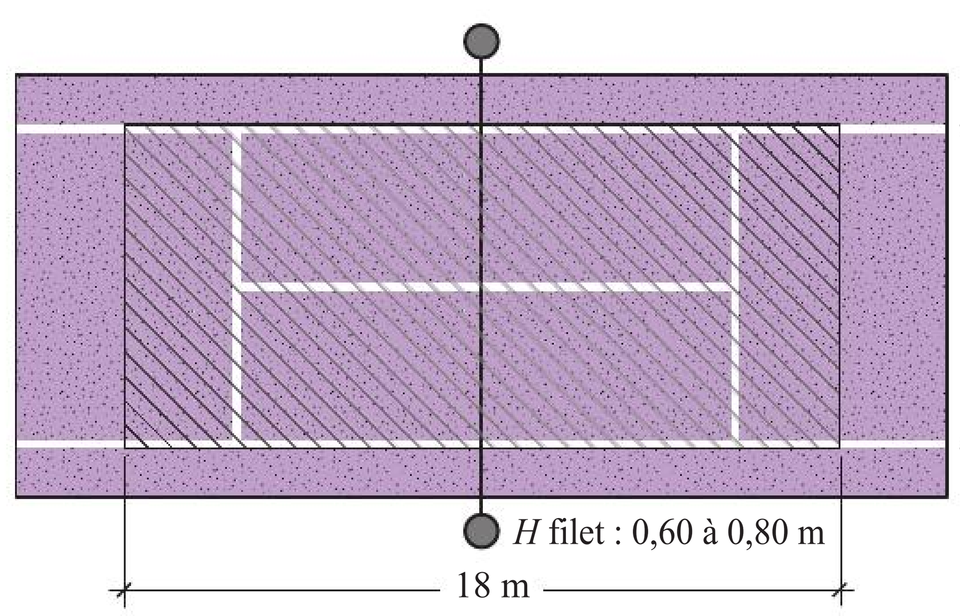


b Raquettes

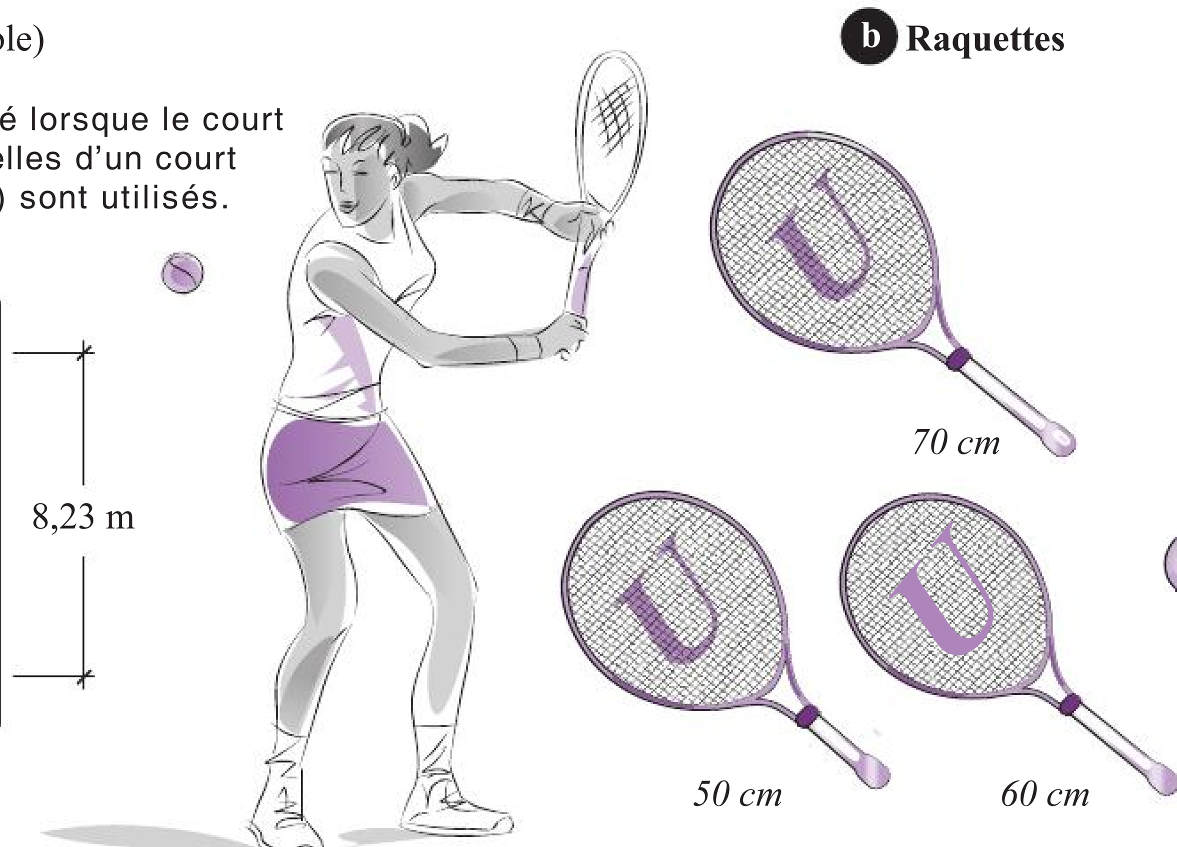


c Balles

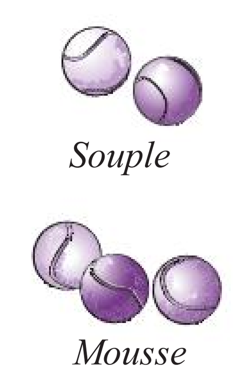
Les dimensions du court d'apprentissage intermédiaire (d), utilisé lorsque le court de minitennis n'est plus adapté, sont légèrement inférieures à celles d'un court pour adultes. Trois types de raquettes (e) et 2 types de balles (f) sont utilisés.



d Dimensions du court d'apprentissage intermédiaire

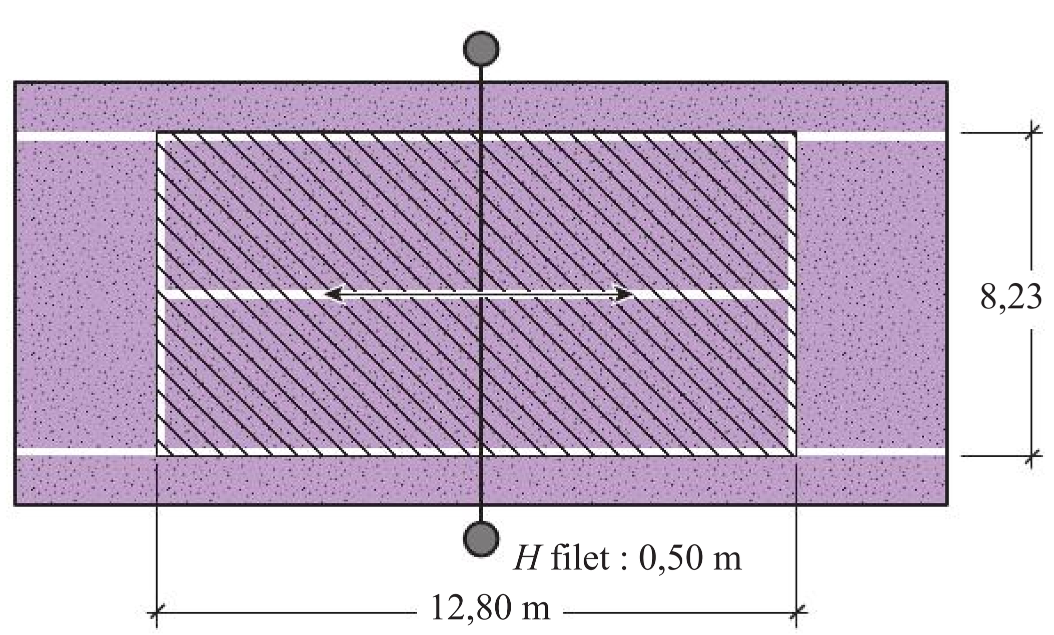


e Raquettes

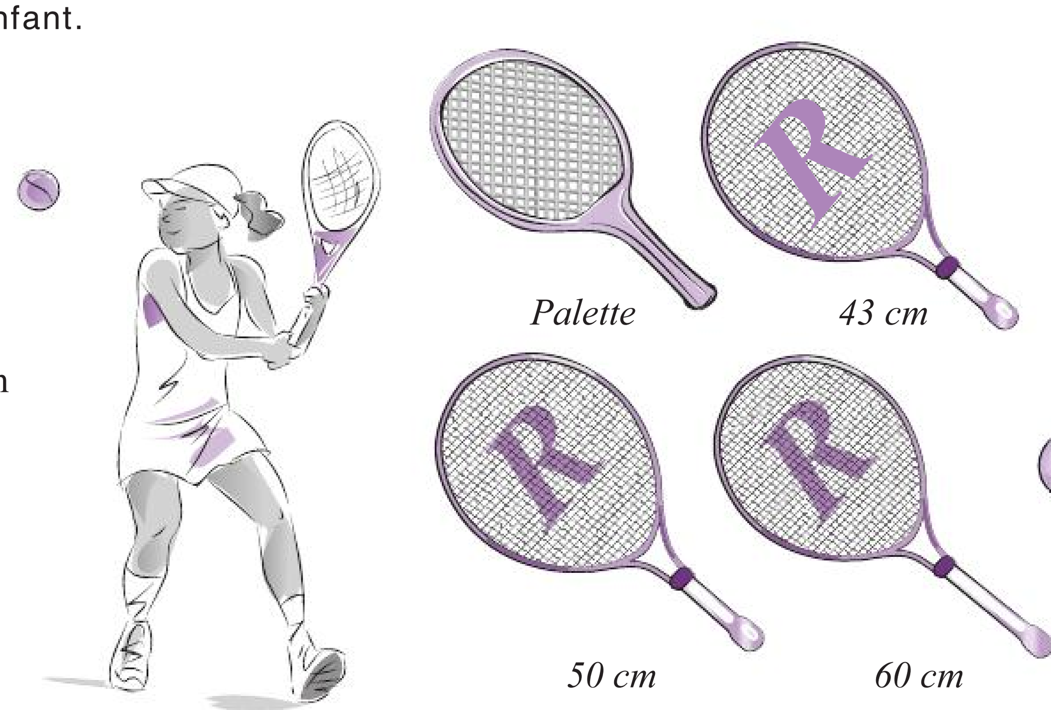


f Balles

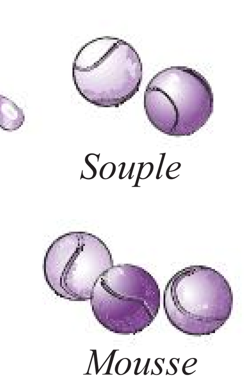
Les dimensions du court de minitennis (g) sont inspirées du court de jeu de simple. Elles permettent l'adéquation entre la taille du terrain et la taille de l'enfant. Quatre types de raquettes (h) et 2 types de balles (i) sont utilisés.



g Dimensions du court de minitennis



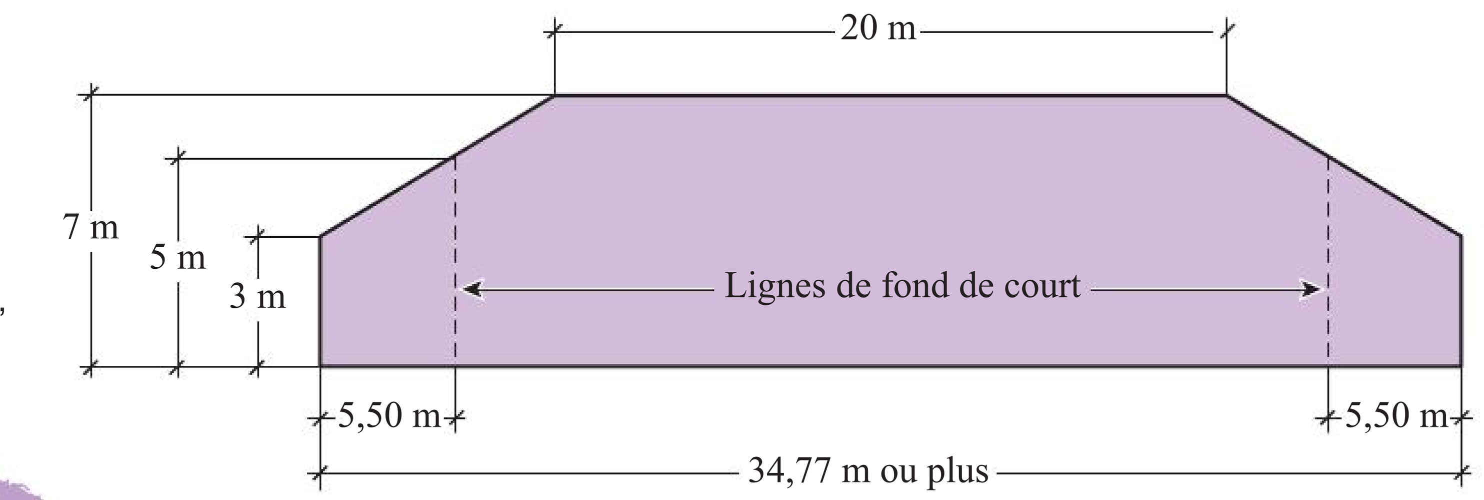
h Raquettes



i Balles

Terrain, enveloppe et clôture

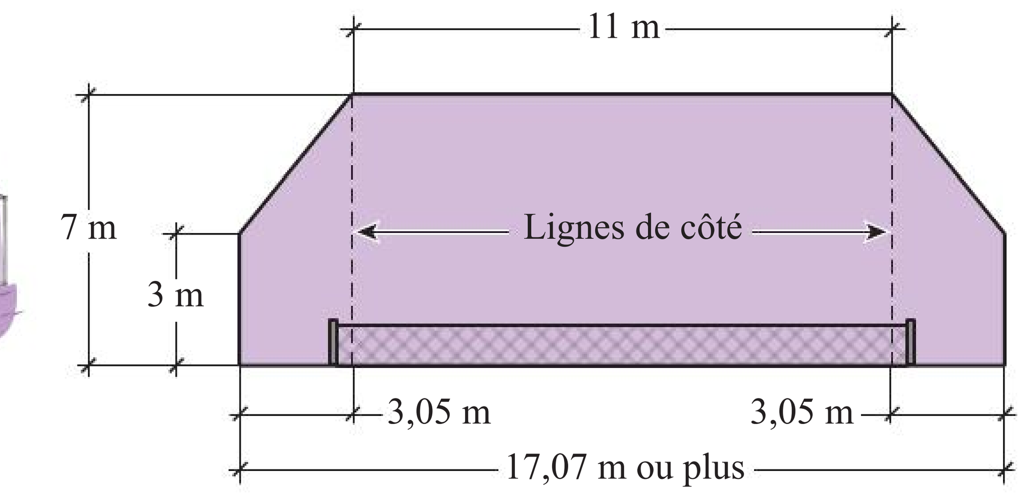
Un terrain de tennis doit avoir une dimension minimale de 17,07 × 34,77 m, soit un recul minimal de 5,50 m derrière chaque ligne de fond de court et un dégagement de 3,05 m de chaque côté. Une clôture en grillage ou en filet d'une hauteur d'au moins 3 m permet d'éviter la dispersion trop lointaine des balles (a). La balle doit pouvoir se déplacer sans rencontrer d'obstacles au sein d'un volume minimal (b) et (c). Pour les courts couverts, l'ossature du bâtiment et les éclairages doivent être situés en dehors de ce volume.



b Coupe longitudinale du volume



a Clôture en grillage ou filet

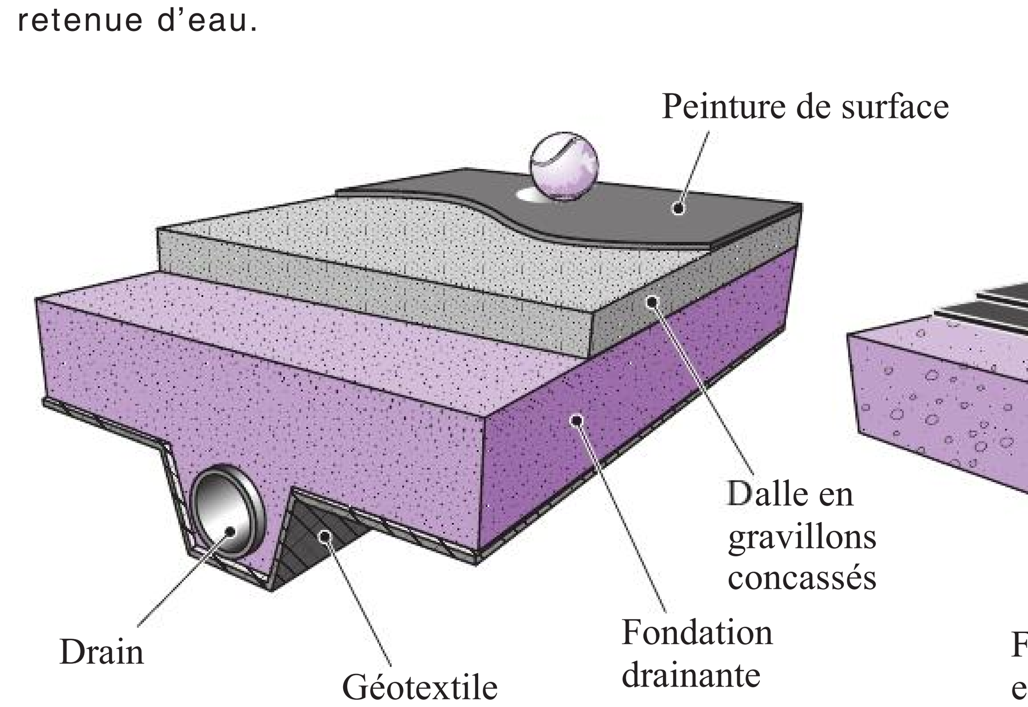


c Coupe transversale du volume

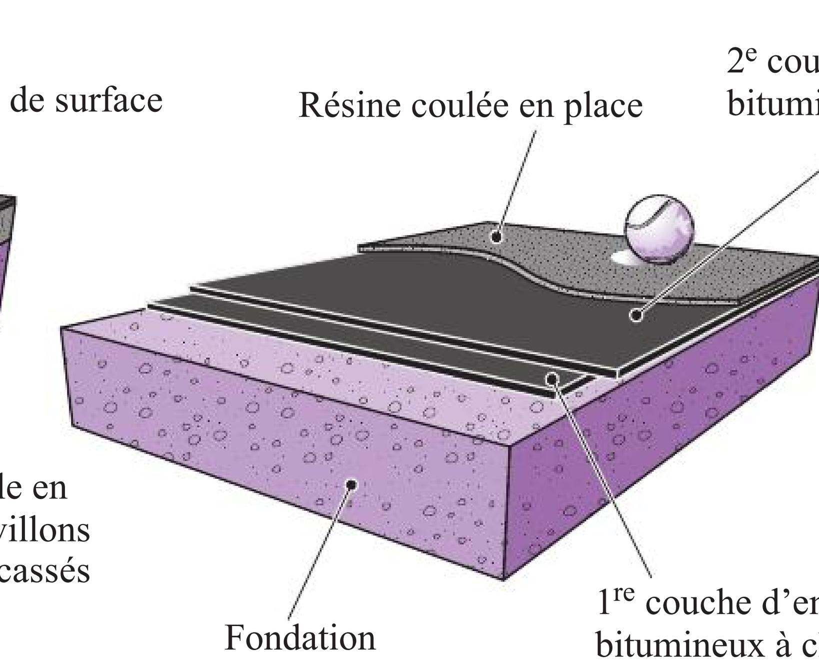
Revêtements de sol

Après décapage du terrain sur une profondeur de 10 cm et nivellement de la plateforme, un réseau de tuyaux de drainage est posé selon une pente de 1 à 2 %. Une couche de fondation en matériaux durs insensibles au gel et soigneusement compactée, est ensuite mise en œuvre selon le revêtement final choisi. Trois types de traitements en surface sont distingués :
- le béton poreux (a) : pour une catégorie de jeu « dur perméable » ; teinté dans la masse ou peint en surface ;
- la résine coulée en place (b) : pour une catégorie de jeu « dur imperméable » ; 1 à 3 mm de résine additionnée de sable, de pigment et d'eau ;
- la terre battue (c) : pour une catégorie de jeu « brique pilée » ; 6 cm de calcaire 0/2 mm compacté coloré à la brique pilée.

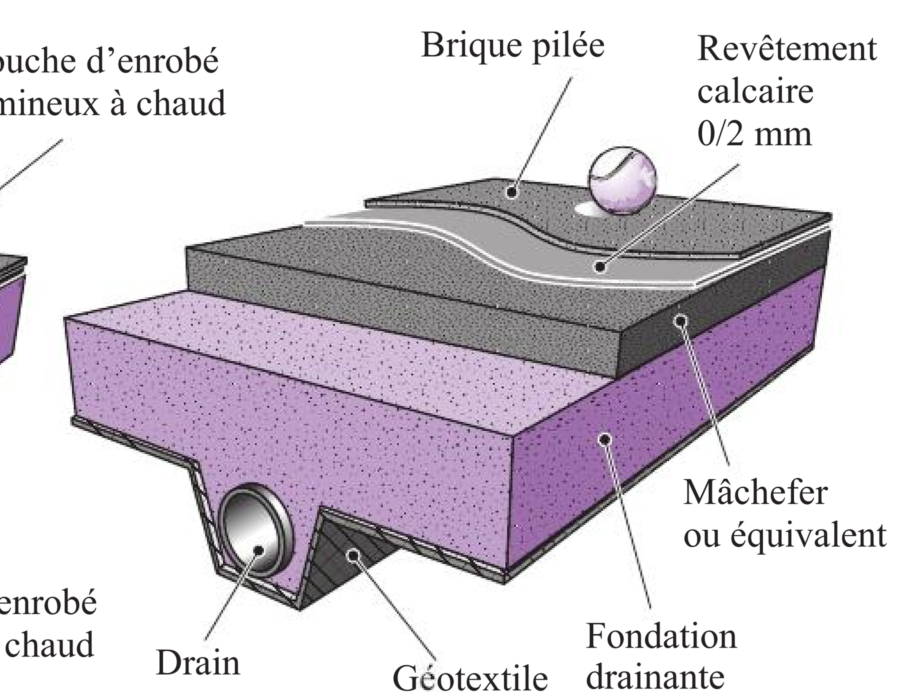
Il existe également des revêtements rapportés mis en œuvre sur un support dur qui sont déroulés, fixés ou collés et remplaçables : dalles thermoplastiques clipsables, tapis caoutchouteux (d), gazons synthétiques sablés (e) remplis de sable calibré arrondi jusqu'en haut des fibres ou moquettes (f) sous forme de rouleaux qui doivent être perméables et sécher rapidement. Les revêtements ne doivent pas provoquer de rebonds aléatoires de la balle ; leur tolérance de planéité est inférieure à 4 mm à la règle de 2 m et les flashes ne doivent pas provoquer de retenue d'eau.



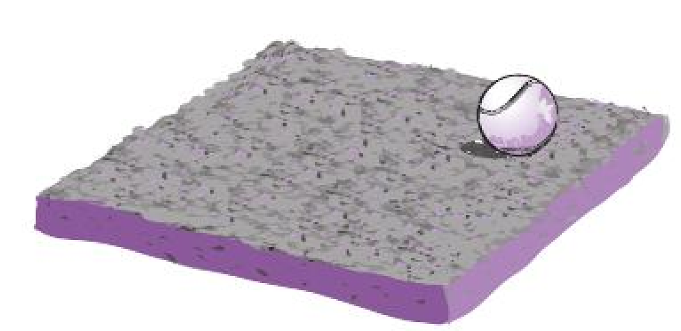
a Surface en béton poreux



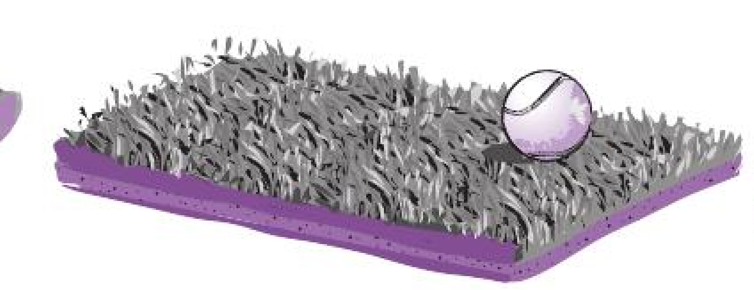
b Surface en résine coulée sur place



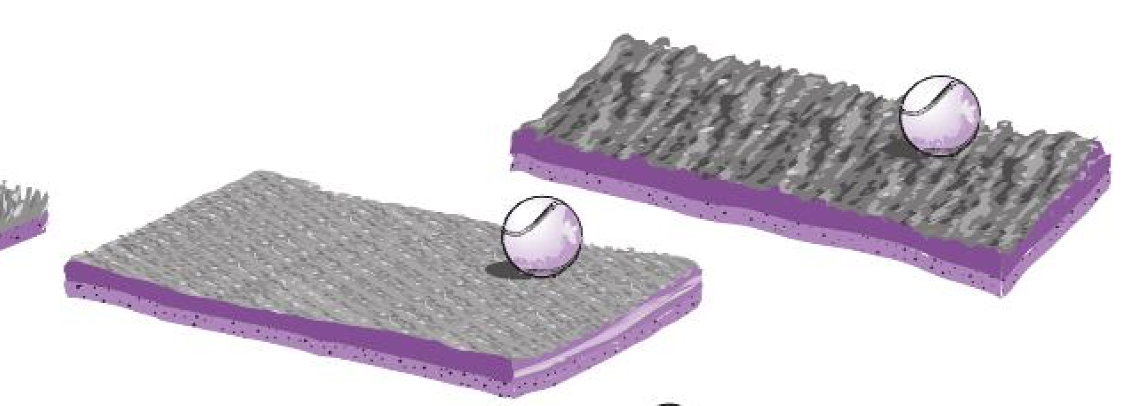
c Surface en terre battue



d Tapis caoutchouteux



e Gazon synthétique sablé



f Moquettes

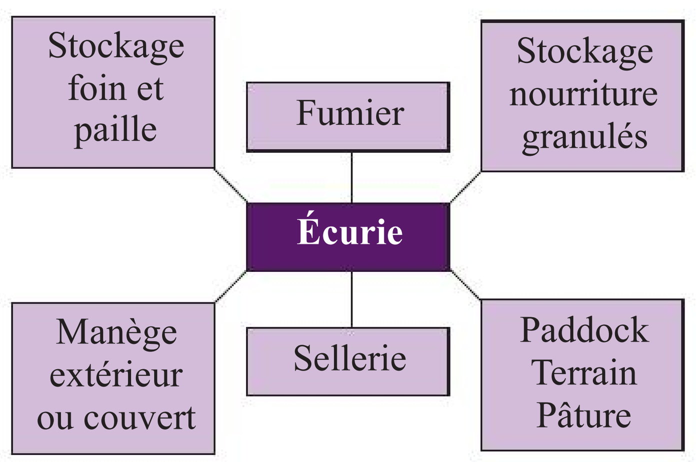
Comment ça marche

Écuries

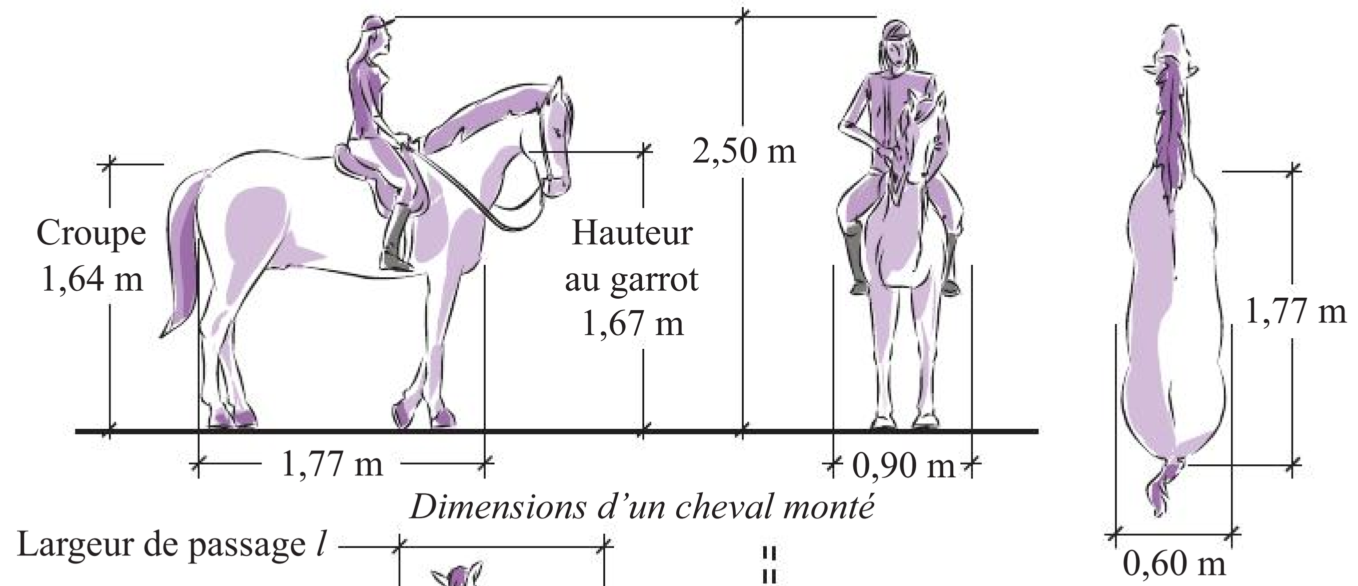
Une écurie est un bâtiment qui doit satisfaire aux conditions d'usage, d'entretien et d'hygiène nécessaires au maintien en intérieur des chevaux ou des poneys. Elle est constituée de box dans lesquels le cheval est libre, de stalles où il est attaché la tête vers le mur et séparé des autres par une cloison latérale, ou de stabulations libres où plusieurs chevaux cohabitent. Une écurie doit pouvoir contribuer à la santé des chevaux, mais également à leur docilité et à leur équilibre psychique.

Implantation et dimensions

Les écuries sont implantées de manière à être aérées mais à l'abri des courants d'air. Elles doivent être organisées, dotées d'une isolation thermique, d'un système de drainage, d'un éclairage et de voies d'accès. Elles doivent être judicieusement reliées aux espaces de stockage, à la sellerie, aux manèges et paddocks et à l'espace de stockage du fumier qui doit être situé dans un endroit isolé (a). La pente des sols des bâtiments, manèges et carrières doit être inférieure à 10 %. La surface et la hauteur des bâtiments, circulations et espaces de travail est calculée en fonction de la taille et du nombre de chevaux (b). Les dimensions sont rapportées à la hauteur au garrot (HG).



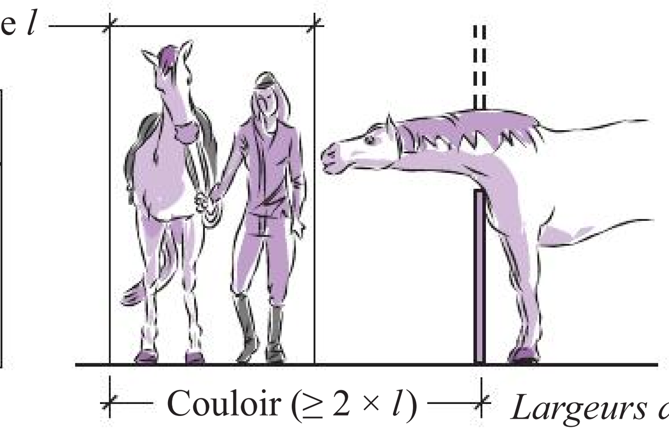
a Liaisons fonctionnelles avec l'écurie



Dimensions d'un cheval monté

Équidé	Hauteur au garrot (HG)
Cheval	1,67 à 1,80 m
Poney B	1,45 m
Shetland	0,90 m

Hauteurs au garrot



Largeurs *l* des passages :
- chevaux : 1,20 m
- poneys : 1 m

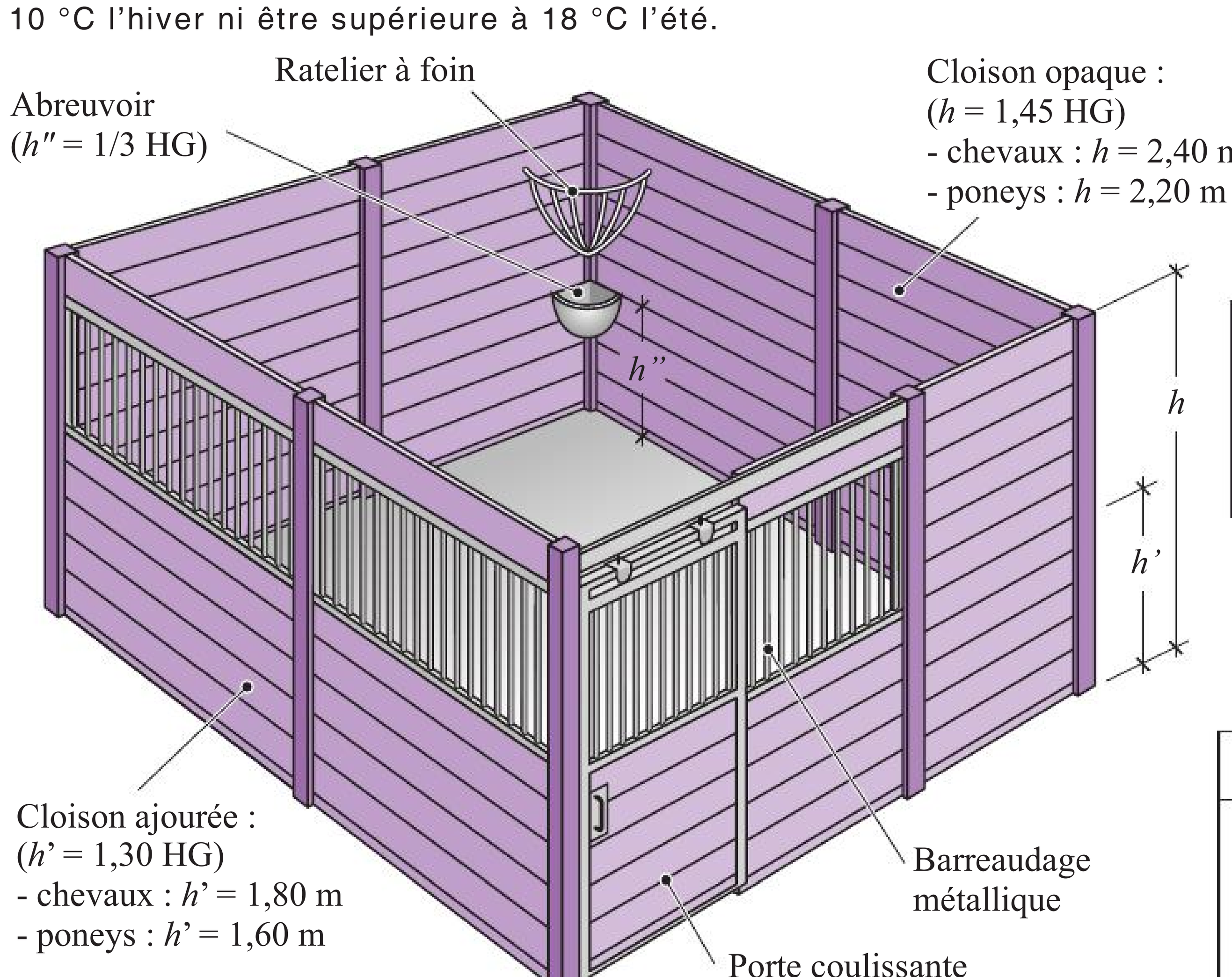
Largeur des couloirs permettant au cheval de faire demi-tour :
2 × *l*, si possible 3 m

Largeurs de passages et couloirs

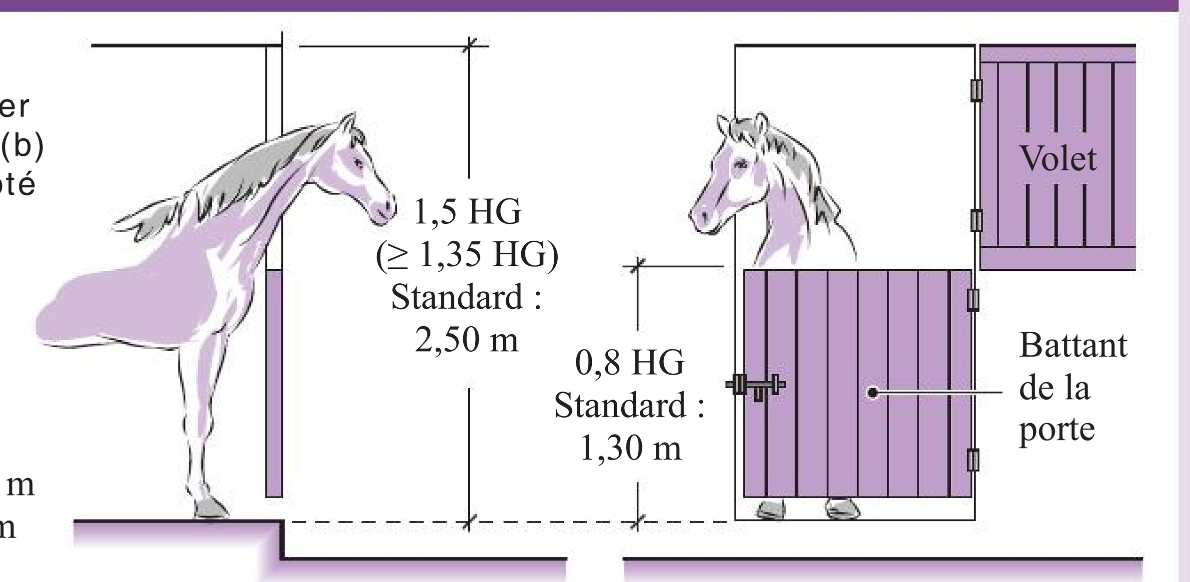
b Dimensions des espaces pour chevaux et cavaliers

Box pour un cheval

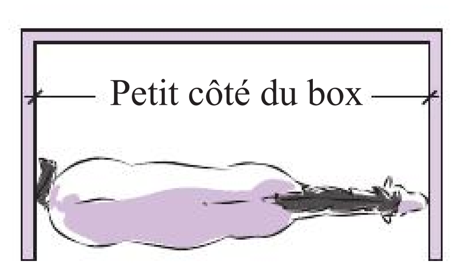
Un box (a) est un espace fermé dans lequel un cheval vit seul sans être attaché. Un cheval doit pouvoir manger du fourrage, se retourner, se coucher librement et passer la tête à l'extérieur du box par le volet haut de la porte (b) coulissante ou battante (c). Un box doit être fortement ventilé, son sol adapté permettant un nettoyage facile, sans être glissant. Il doit être pourvu d'un éclairage, d'un anneau d'attache, d'un abreuvoir et d'une mangeoire. La température doit être stable et ne pas descendre en dessous de 10 °C l'hiver ni être supérieure à 18 °C l'été.



a Box pour un cheval (surface ≥ (2 × HG)²)



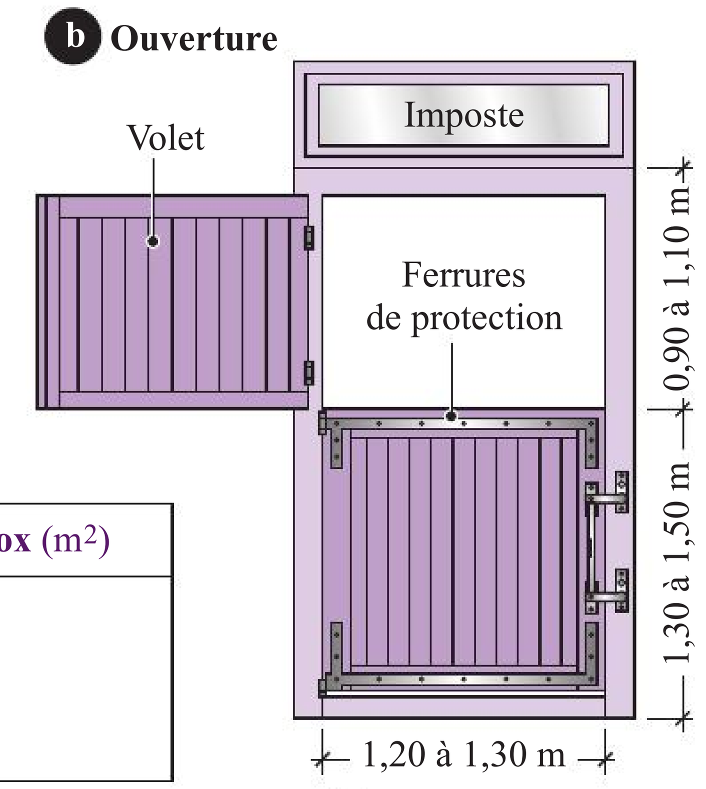
b Ouverture



Largeurs du petit côté
(≥ 1,5 HG)
- chevaux : 2,50 m
- poneys : 2,20 m

Équidé	Surface du box (m²)
Cheval	11,2
Poney B	8,5
Shetland	4

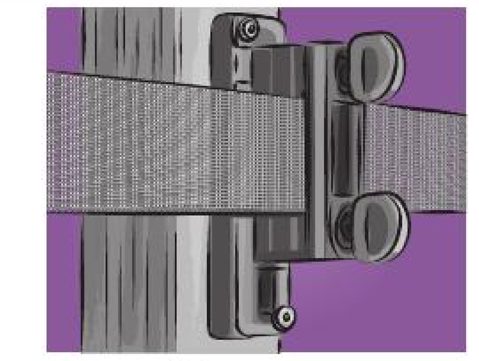
Surface du box et dimensions minimales du petit côté



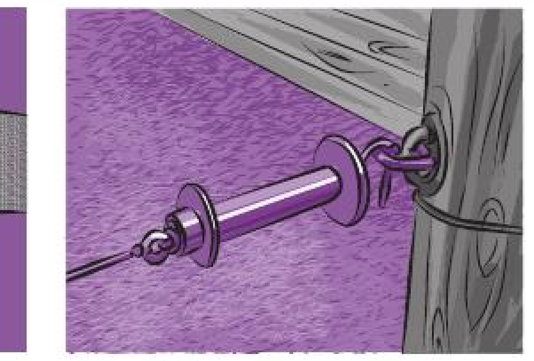
c Porte battante

Espaces extérieurs, pâtures

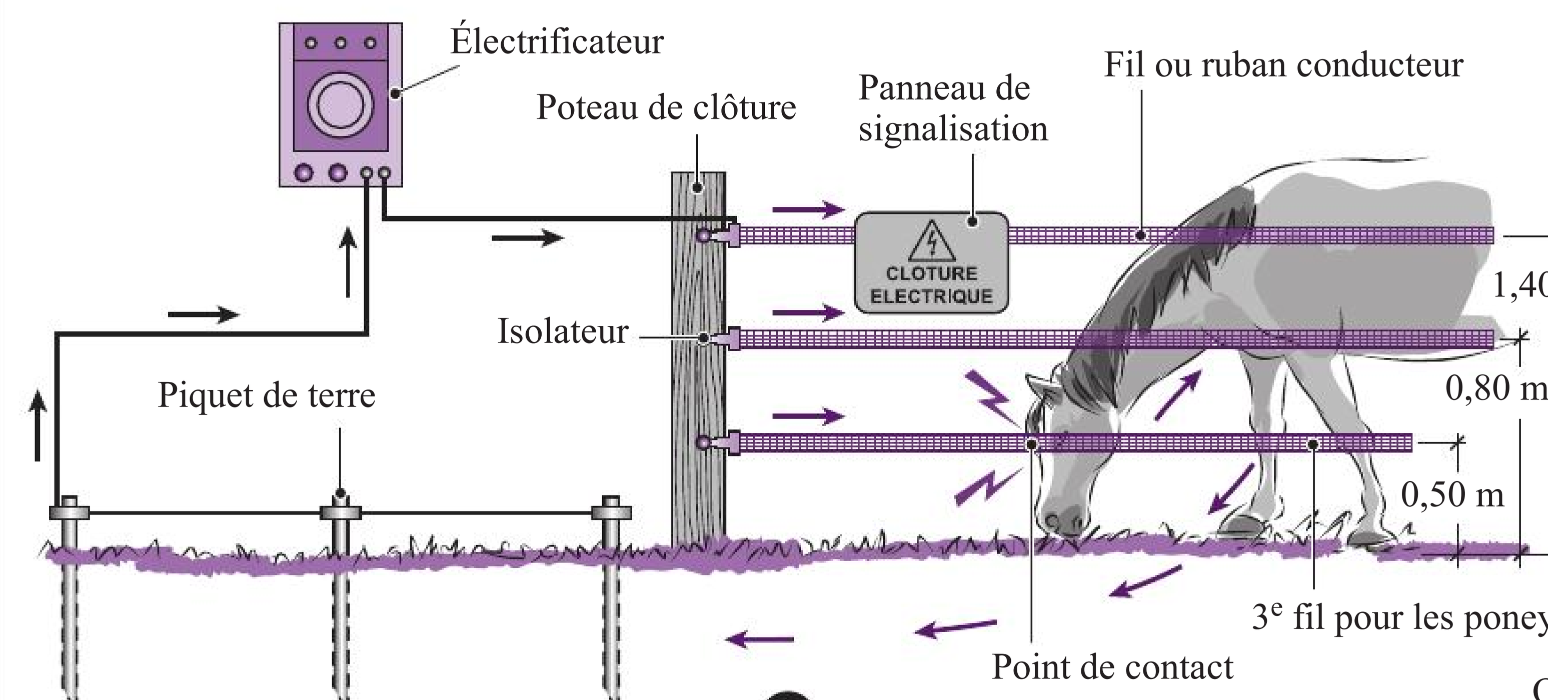
Les clôtures électriques (a) permettent de délimiter les pâtures des chevaux. L'électrificateur peut être alimenté par le réseau ou par batterie. Pour des chevaux, deux fils de clôture sont suffisants, le premier à une hauteur de 0,80 m et le second à 1,40 m du sol. Pour des poneys, l'ajout d'un troisième fil à une hauteur de 0,50 m est nécessaire. Les chevaux reconnaissent ces dispositifs et se méfient des fils même si l'alimentation électrique est coupée. Des isolateurs (b) permettent la fixation des fils ou rubans conducteurs sur les poteaux ; des poignées isolantes (c) permettent de maintenir l'électrification des ouvertures de l'enclos. Une signalisation doit être posée tous les 50 m le long de la voie publique. Un abri de pâture (d) permet au cheval de se protéger du vent ou du froid.



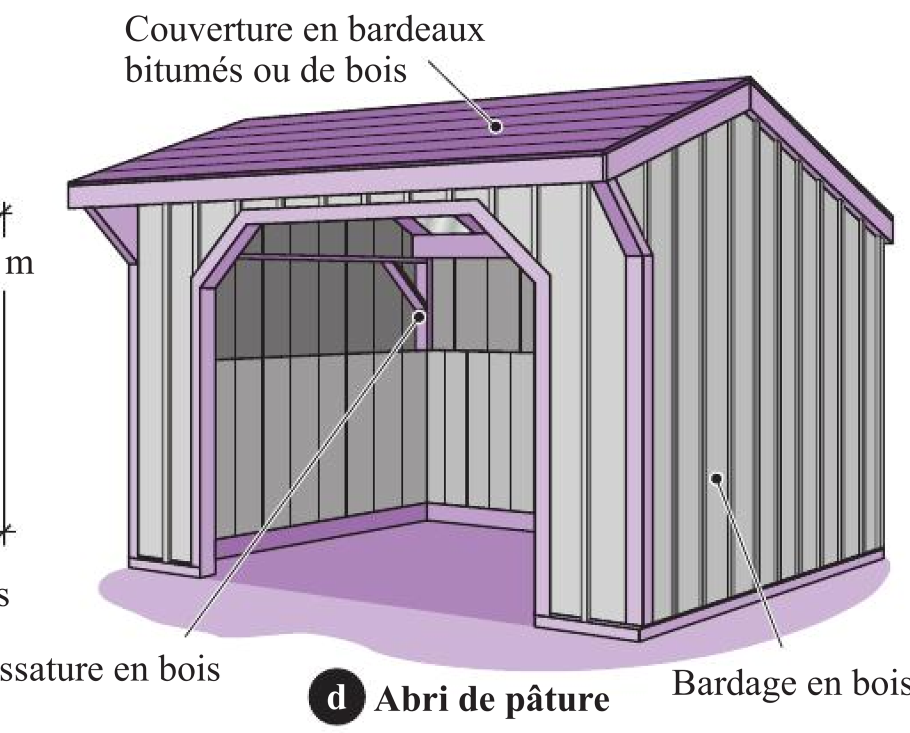
b Isolateur



c Poignée isolante



a Clôture électrique



d Abri de pâture

Van pour le transport des chevaux

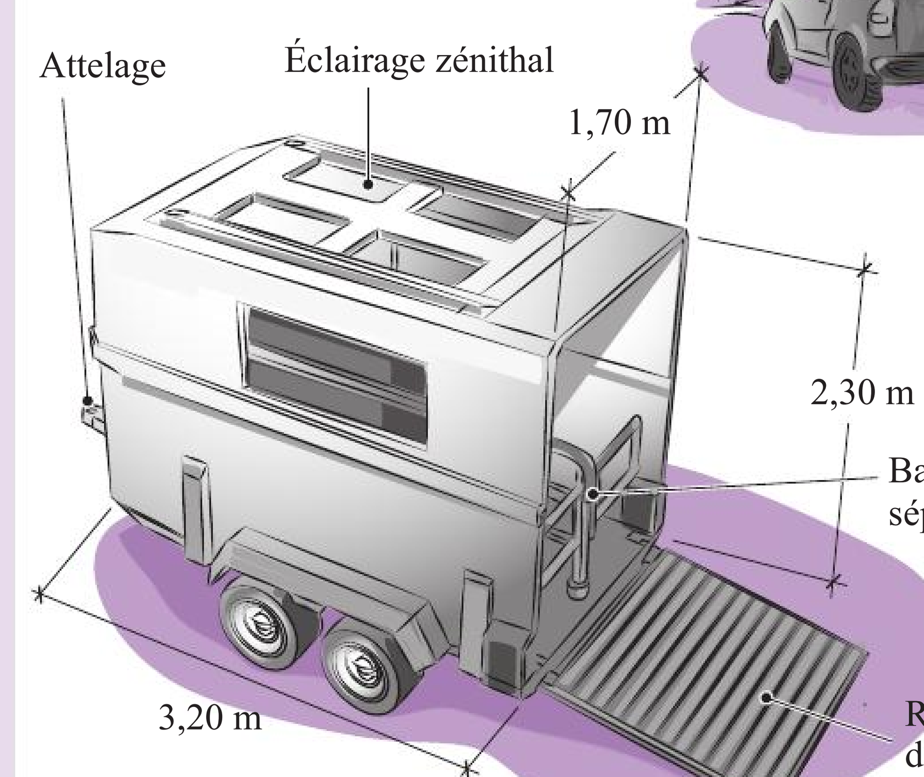
Les voies d'accès aux écuries doivent tenir compte de l'encombrement et de la manœuvre des vans attelés (a) nécessaires au transport des chevaux. Ils sont à une ou plusieurs places (b) et sont équipés d'une rampe. Les couches constitutives des voies d'accès, généralement en grave calcaire compactée recouverte d'un enduit superficiel d'usure, doivent permettre également le passage de véhicules agricoles lourds pour l'approvisionnement en paille et en fourrage ainsi que pour l'enlèvement du fumier. Les manœuvres de demi-tour des vans attelés doivent pouvoir se faire en une seule marche arrière. Une aire plane et suffisamment spacieuse assure la stabilité du van et de la rampe pendant la montée et la descente des chevaux.



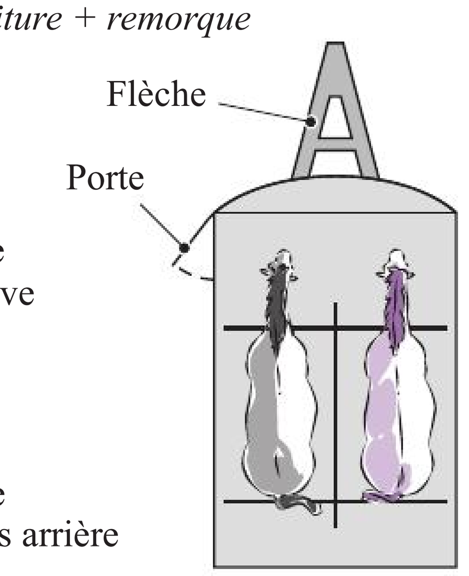
Rampe d'accès arrière



Voiture + remorque



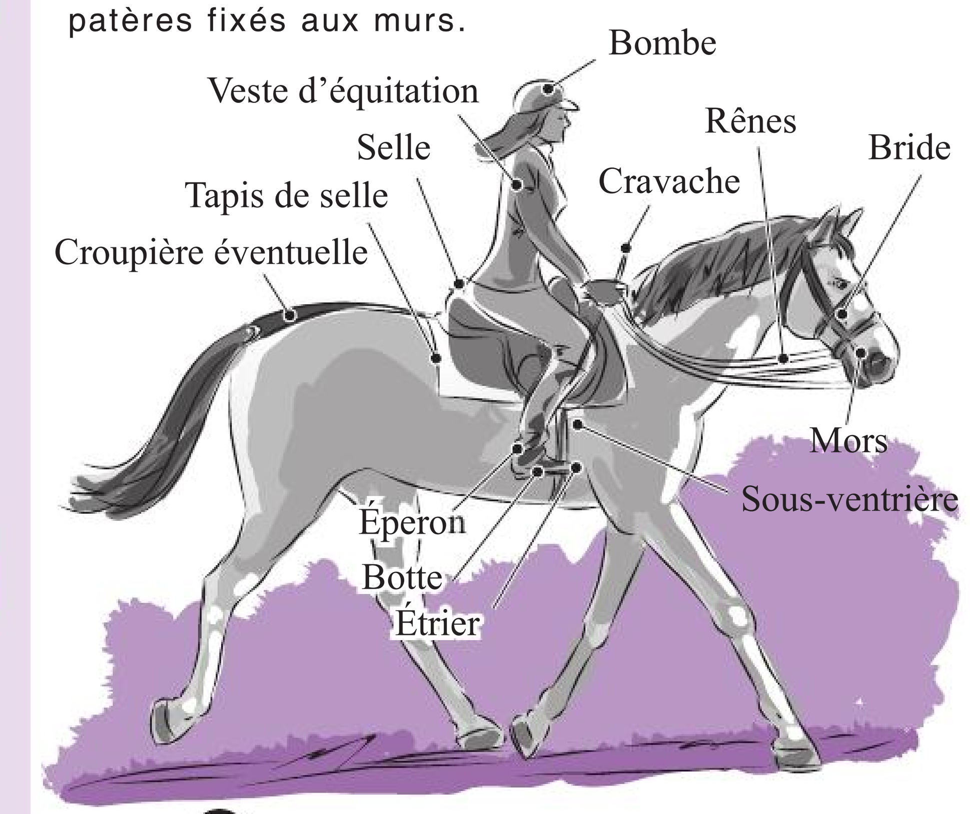
a Van attelé 2 places



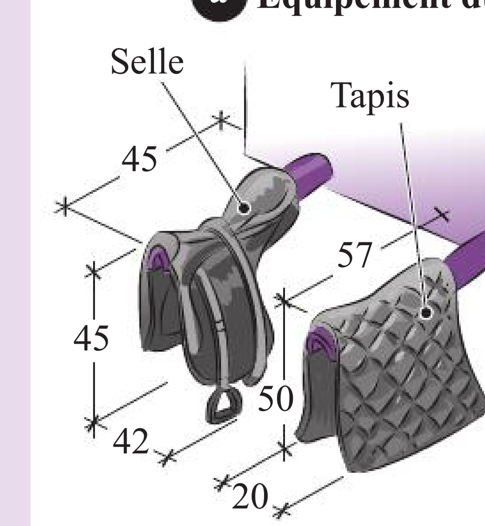
b Van 2 places côte à côte

Sellerie

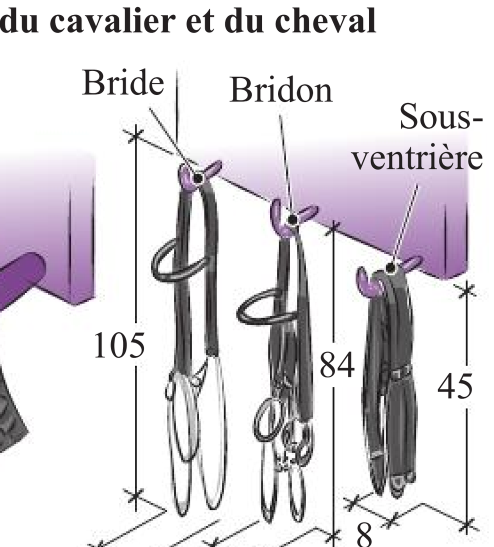
Les équipements du cavalier et du cheval (a) sont rangés dans un local propre, sec et bien aéré appelé sellerie où sont stockés également les graisses et produits d'entretien des cuirs. Les selles, les couvertures (b) et les brides (c) sont placées au-dessus du sol sur des supports et patères fixés aux murs.



a Équipement du cavalier et du cheval



b Selle et couverture



c Brides et sous-ventrière

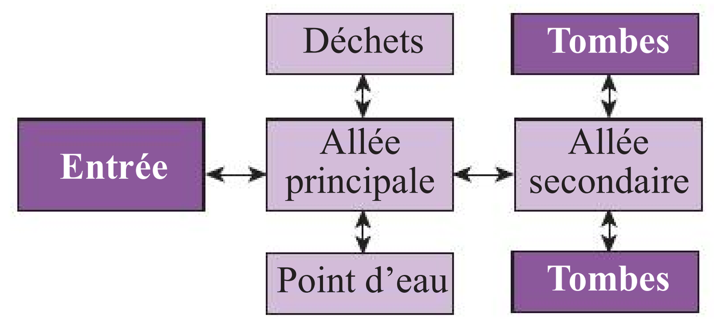
Comment ça marche

Monuments funéraires

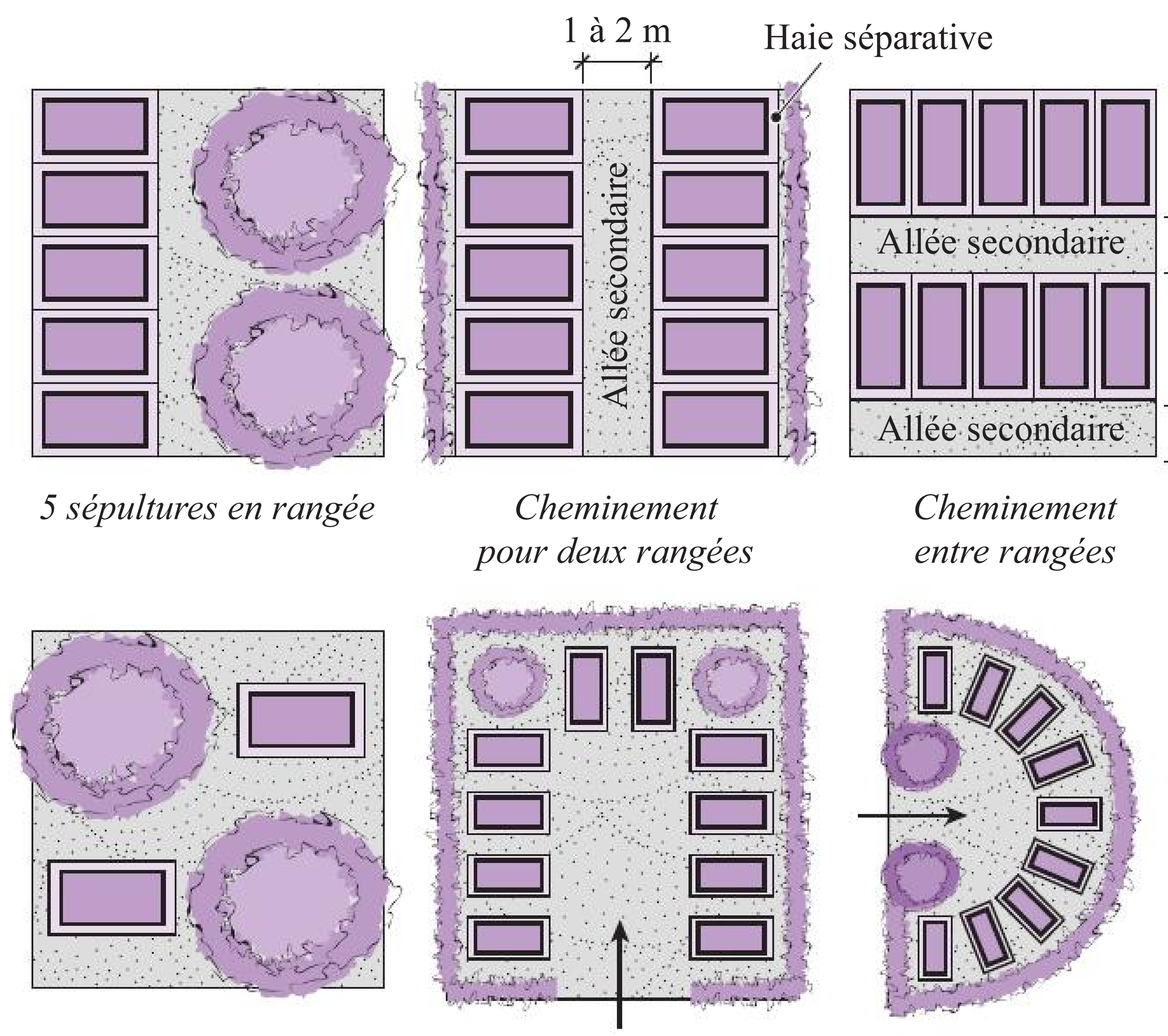
Le monument funéraire, appelé aussi la « dernière demeure », est souvent à l'image de la vie du défunt (simple, sophistiqué, décoré ou non, etc.). Il n'est pas obligatoire mais il matérialise la sépulture et permet aux proches de se recueillir. Quel que soit le choix du défunt ou de son entourage, inhumation ou crémation, c'est la commune qui veille à l'octroi et au renouvellement des concessions et qui en fixe les dimensions et l'implantation dans le cimetière.

Dimensions et implantation des sépultures

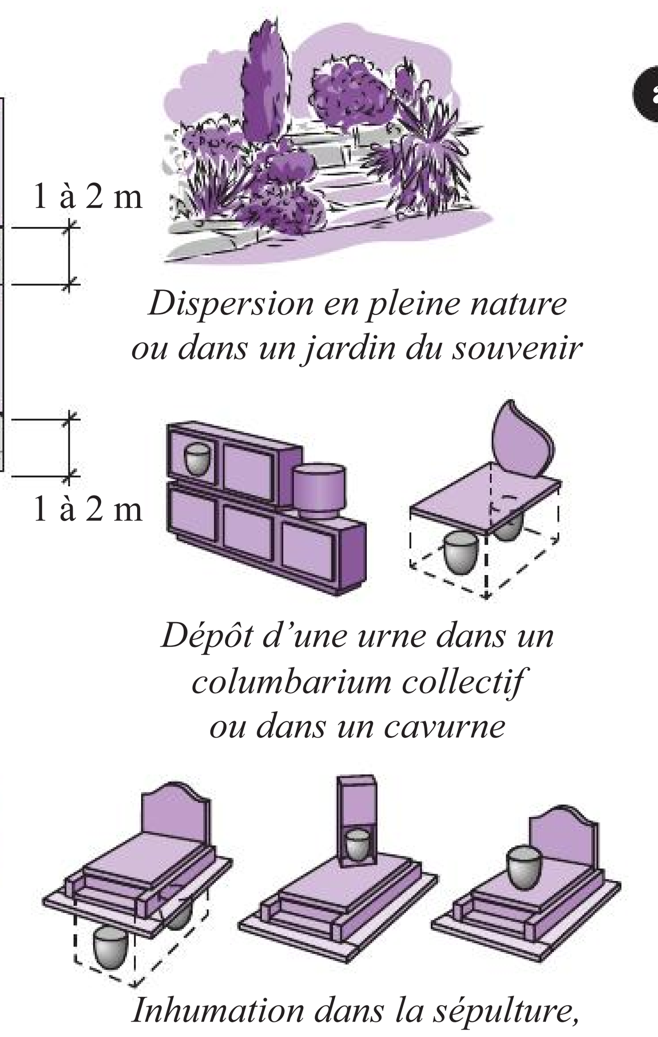
Un nouveau cimetière, implanté hors zones inondables, doit être pourvu d'un parking et si possible accessible par les transports en commun (a). Il est divisé en zones délimitées par des allées rectilignes (b). Après une crémation, les cendres (c) sont :
- conservées dans l'urne cinéraire, qui peut être inhumée dans une sépulture, déposée dans une case de columbarium ou scellée sur un monument funéraire à l'intérieur d'un cimetière ;
- dispersées dans un espace aménagé à cet effet dans un cimetière (jardin du souvenir).
La taille des sépultures doit être homogène ; elle est imposée par le règlement du cimetière (d).



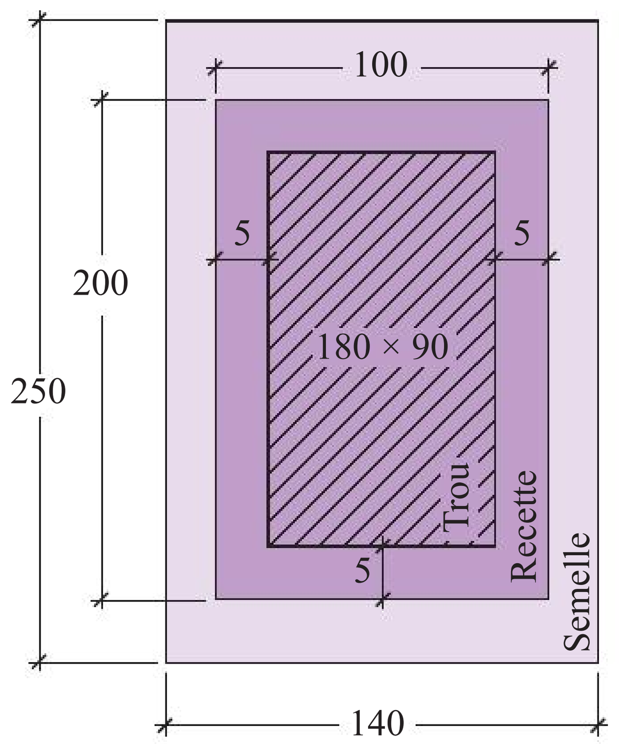
a Schéma fonctionnel d'un cimetière



b Exemples d'implantation de sépultures



c Cendres et urnes funéraires

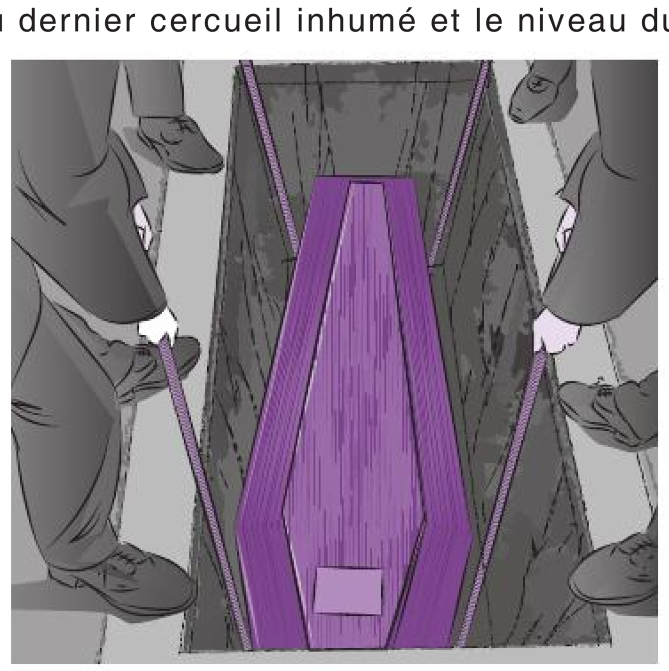


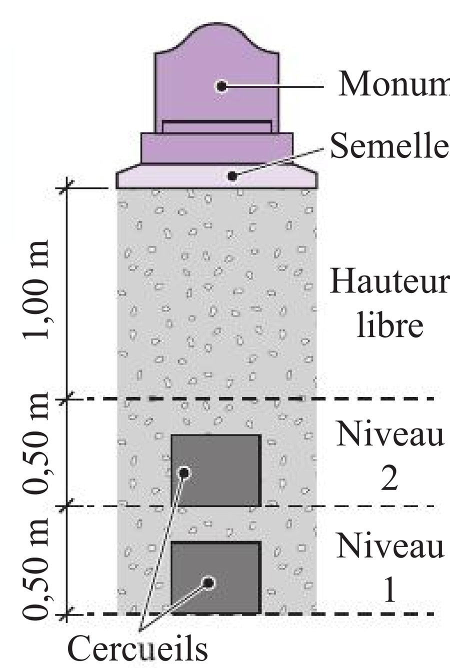
Semelle : 140 × 250
Recette de pose : 100 × 200
Lit de pose : 10
Trou de pose : 80 × 180

d Exemple de dimensions d'une concession (cm)

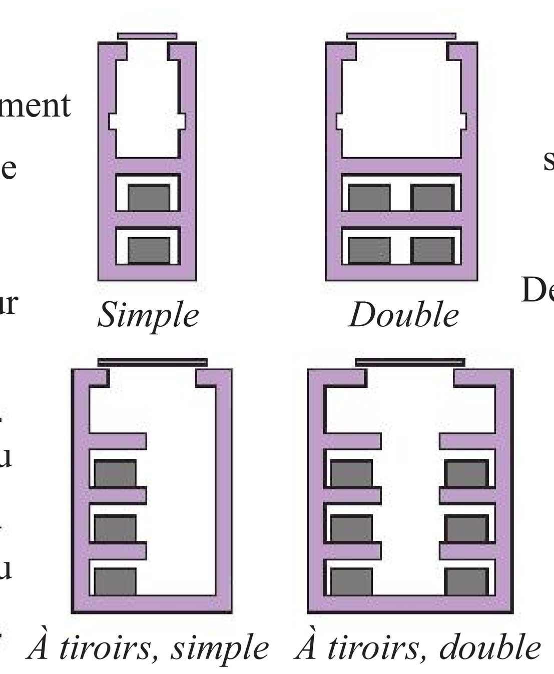
Fouilles et caveaux d'inhumation

La mise en terre du cercueil (a) s'effectue dans une fosse creusée en pleine terre (b) ou dans un caveau en béton (c) qui peut être organisé en étages ou en tiroirs (d). Pour les fosses et les caveaux, la législation impose un espace vide destiné à la ventilation des gaz entre le dessus du dernier cercueil inhumé et le niveau du sol de l'allée.

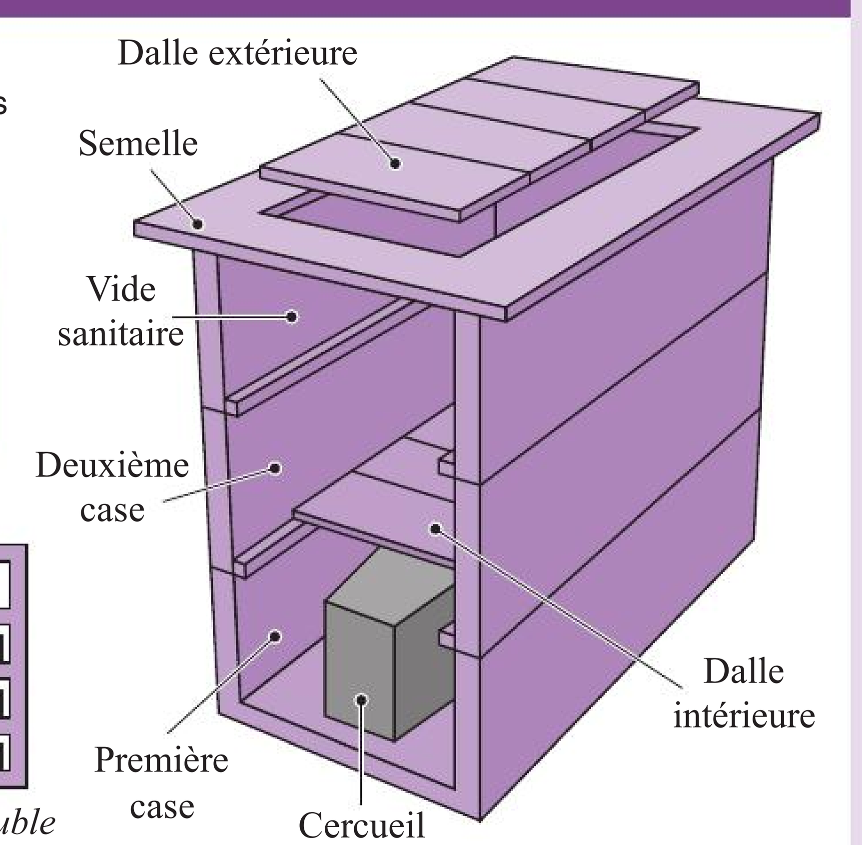

a Descente du cercueil dans une fosse



b Fosse en pleine terre



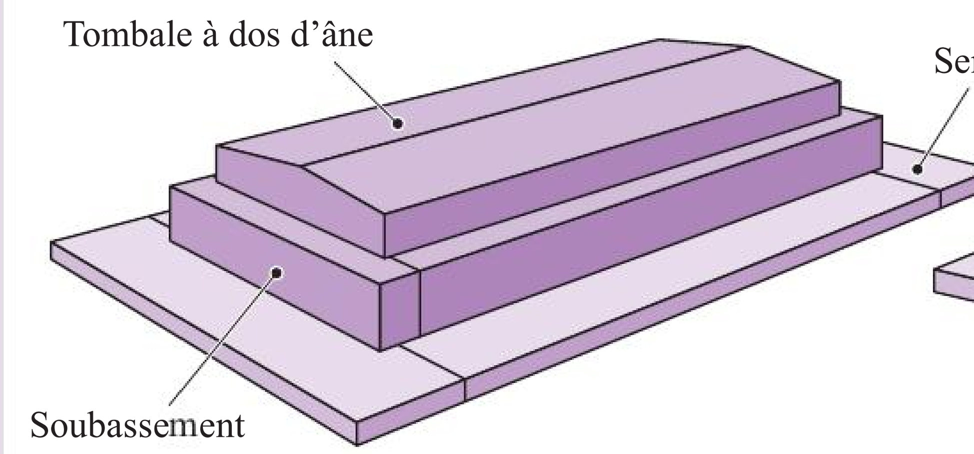
d Organisation des caveaux



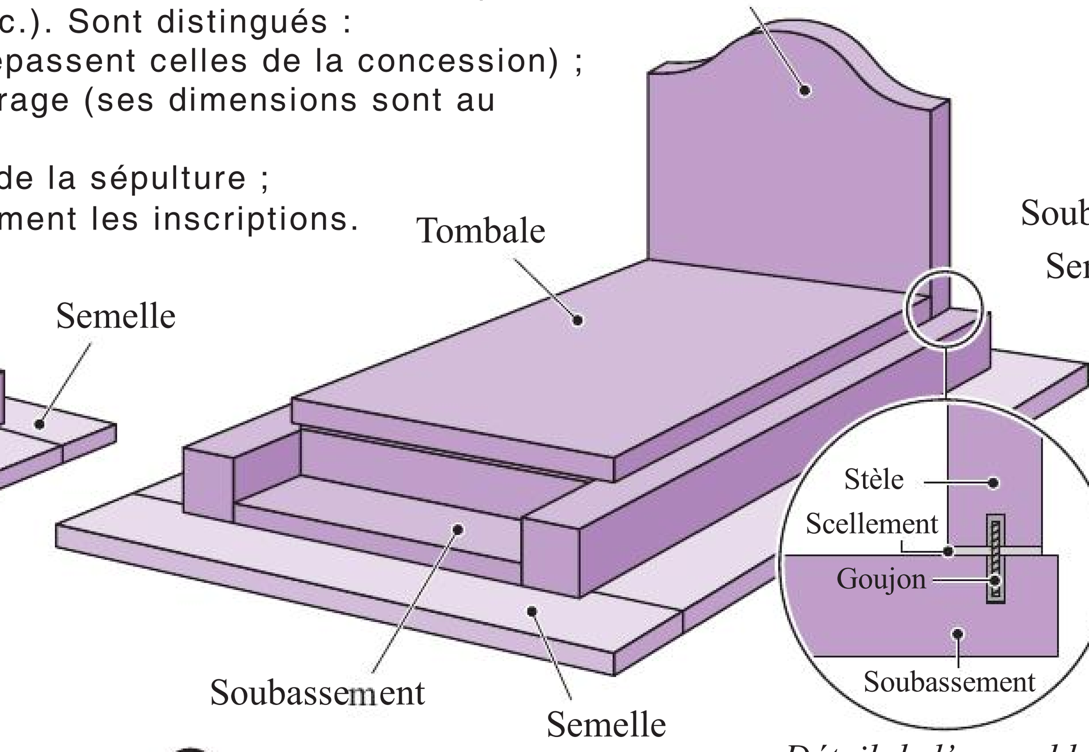
c Composants d'un caveau

Typologie des monuments funéraires

Les éléments des monuments (a) qui constituent les tombes sont réalisés en pierre naturelle (granit, pierre calcaire, marbre, grès, etc.). Sont distingués :
- la semelle, qui sert d'assise (ses dimensions dépassent celles de la concession) ;
- le soubassement, qui délimite et réhausse l'ouvrage (ses dimensions sont au maximum égales à celles de la concession) ;
- la tombale ou dalle, qui recouvre tout ou partie de la sépulture ;
- la stèle (b), élément vertical qui reçoit généralement les inscriptions.

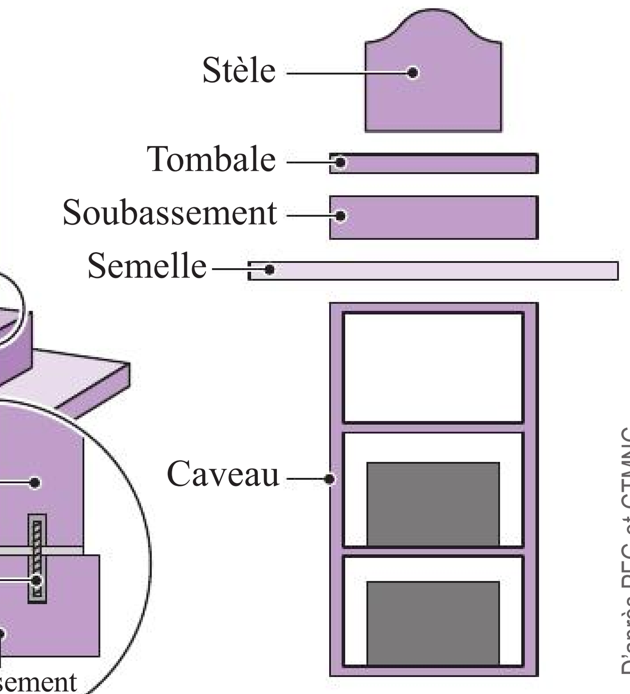


a Monument avec tombale à queue de billard



b Monument avec stèle à doucines

Détail de l'assemblage stèle/soubassement

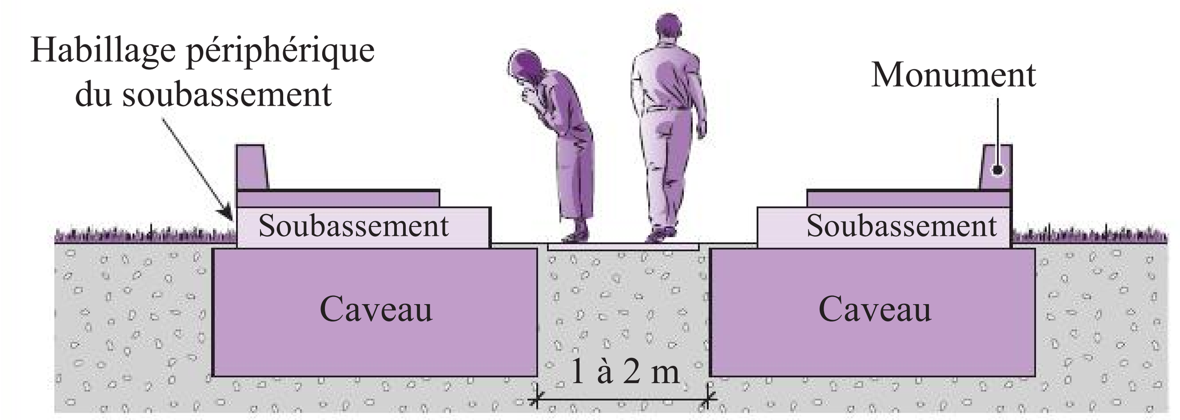


Vue en coupe d'un caveau

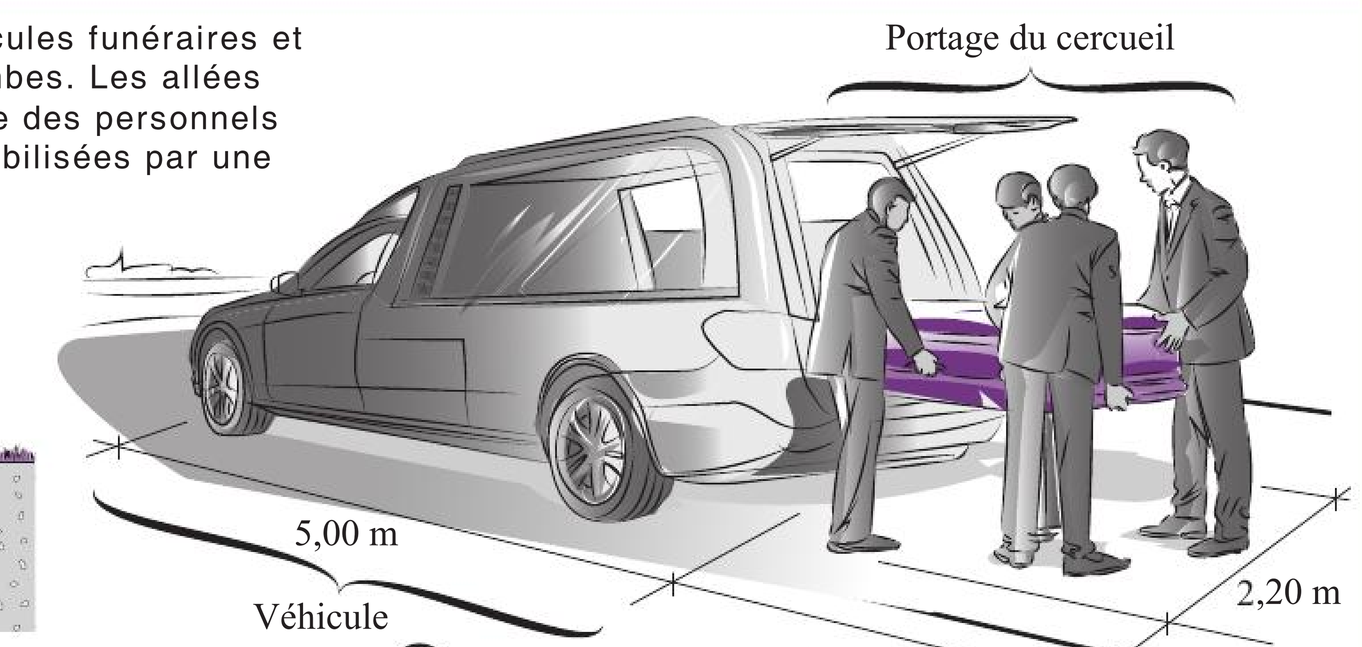
D'après PFG et CTMNC

Circulation des véhicules et des piétons

Les allées principales (a) doivent permettre le passage des véhicules funéraires et des engins utilisés pour le creusement et la construction des tombes. Les allées secondaires (b) permettent la circulation des personnes ainsi que des personnels des pompes funèbres et des porteurs de cercueils. Elles sont stabilisées par une couche de pierres calcaires et recouvertes d'un gravillon lavé.



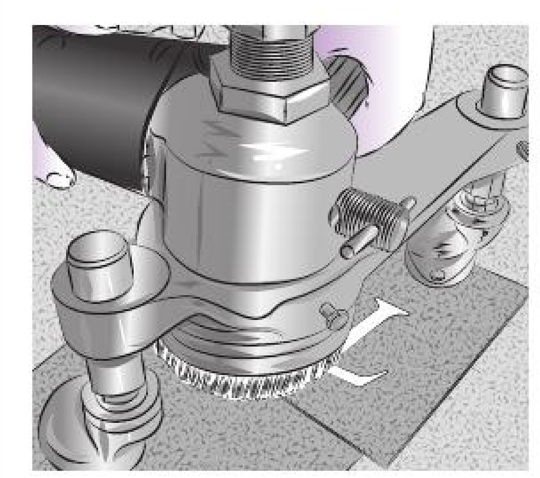
b Allées secondaires

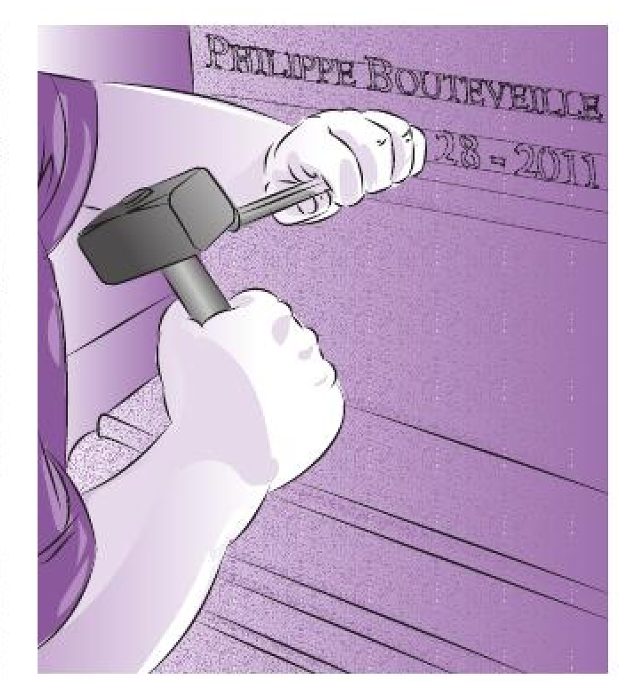


a Allées principales

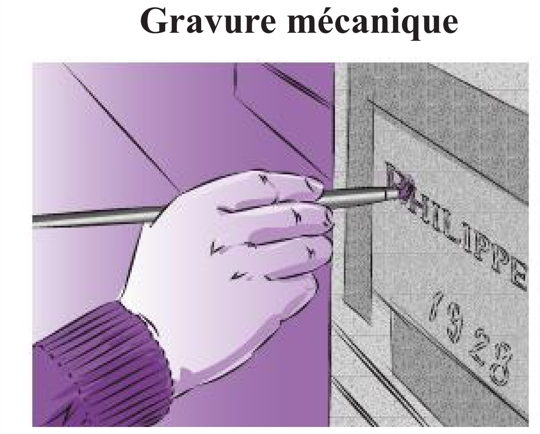
Gravure

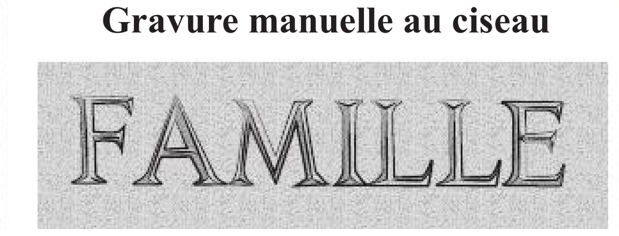
La gravure des pierres tombales est réalisée mécaniquement en atelier ou au ciseau directement sur site avant mise en peinture. Les caractères à empattement sont privilégiés pour leur esthétisme.


Gravure mécanique



Gravure manuelle au ciseau

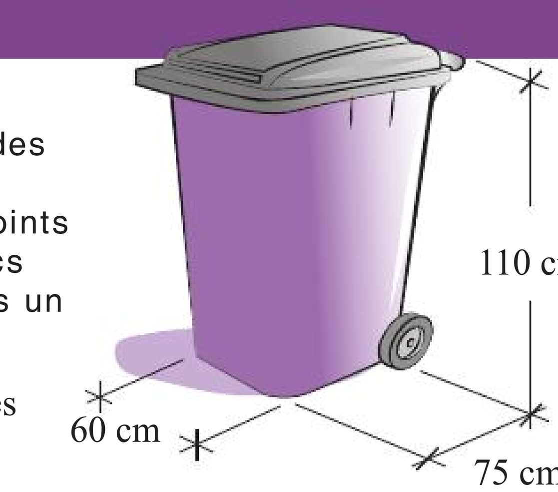

Mise en peinture



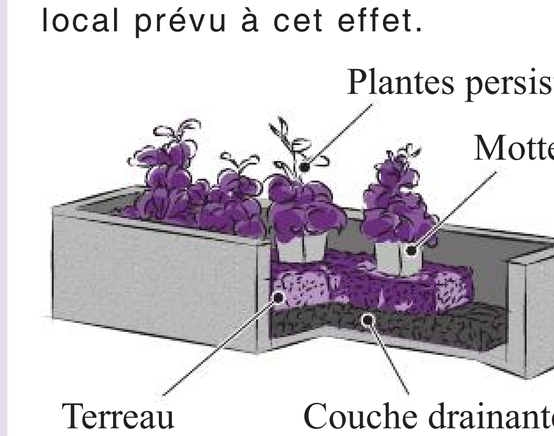
Rendu final

Plantations

Des haies et bosquets de plantes persistantes structurent l'espace des cimetières. Le fleurissement des tombes implique la présence de points d'arrosage, de poubelles et de bacs pour les déchets verts placés dans un local prévu à cet effet.



Bac à déchets verts (240 l)




Fleurissement d'une jardinière


Point d'arrosage à consigne

Références – Bibliographie

Références normatives

Fondations

DTU 13.11 Fondations superficielles

DTU 13.12 Règles pour le calcul des fondations superficielles

DTU 13.2 Travaux de fondations profondes pour le bâtiment

DTU 13.3 Dallages – Conception, calcul et exécution

Cuvelages

DTU 14.1 Travaux de cuvelage

Maçonnerie

NF DTU 20.1 Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs

DTU 20.12 Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité

NF DTU 20.13 Cloisons en maçonnerie de petits éléments

Béton armé

NF DTU 21 Exécution des ouvrages en béton

Grands panneaux nervurés

DTU 22.1 Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions du type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire

Ouvrages en béton

DTU 23.1 Murs en béton banché

NF DTU 23.2 Planchers à dalles alvéolées préfabriquées en béton

NF DTU 23.3 Ossatures en éléments industrialisés en béton

Fumisterie

NF DTU 24.1 Travaux de fumisterie – Systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils

NF DTU 24.2 Travaux d'âtrerie

Plâtrerie

NF DTU 25.1 Enduits intérieurs en plâtre

NF DTU 25.231 Plafonds suspendus en éléments de terre cuite

NF DTU 25.31 Ouvrages verticaux de plâtrerie ne nécessitant pas l'application d'un enduit au plâtre – Exécution des cloisons en carreaux de plâtre

NF DTU 25.41 Ouvrages en plaques de plâtre

NF DTU 25.42 Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwiches – Plaques de parement en plâtre-isolant

NF DTU 25.51 Mise en œuvre des ouvrages en staff traditionnel

Enduits, liants hydrauliques

NF DTU 26.1 Travaux d'enduits de mortiers

NF DTU 26.2 Chapes et dalles à base de liants hydrauliques

Enduits projetés

DTU 27.1 Réalisation de revêtements par projection pneumatique de laines minérales avec liant

DTU 27.2 Réalisation de revêtements par projection de produits pâteux

Constructions en bois

DTU 31.1 Charpente et escaliers en bois

NF DTU 31.2 Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois

NF DTU 31.3 Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets

Construction métallique

NF DTU 32.1 Charpente en acier

Façades légères

NF DTU 33.1 Façades rideaux

Références – Bibliographie

DTU 33.2 Tolérances dimensionnelles du gros œuvre destiné à recevoir des façades rideaux, semi-rideaux ou panneaux

Fermetures

NF DTU 34.1 Ouvrages de fermeture pour baies libres

FD DTU 34.3 Choix des portes industrielles, commerciales et de garage en fonction de leur exposition au vent

NF DTU 34.4 Mise en œuvre des fermetures et stores

Ouvrages divers d'aménagement intérieur

NF DTU 35.1 Cloisons amovibles et démontables

Menuiserie

NF DTU 36.2 Menuiseries intérieures en bois

NF DTU 36.3 Escaliers en bois et garde-corps associés

NF DTU 36.5 Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures

Vitrerie – Miroiterie

NF DTU 39 Travaux de vitrerie – miroiterie

Couverture

DTU 40.11 Couverture en ardoises

NF DTU 40.13 Couverture en ardoises en fibres-ciment

DTU 40.14 Couverture en bardeaux bitumés

NF DTU 40.21 Couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief

NF DTU 40.211 Couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement à pureau plat

DTU 40.22 Couverture en tuiles canal de terre cuite

DTU 40.23 Couvertures en tuiles plates de terre cuite

DTU 40.24 Couverture en tuiles en béton à glissement et à emboîtement longitudinal

DTU 40.241 Couvertures en tuiles planes en béton à glissement et à emboîtement longitudinal

DTU 40.25 Couverture en tuiles plates en béton

NF DTU 40.29 Mise en œuvre des écrans souples de sous-toiture

DTU 40.35 Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues

DTU 40.36 Couverture en plaques en aluminium prélaqué ou non

NF DTU 40.37 Couverture en plaques ondulées en fibres-ciment

DTU 40.41 Couvertures par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en zinc

NF DTU 40.44 Couvertures par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en acier inoxydable

DTU 40.45 Couvertures par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles de cuivre

DTU 40.46 Travaux de couverture en plomb sur support continu

DTU 40.5 Travaux d'évacuation des eaux pluviales

Bardages

NF DTU 41.2 Revêtements extérieurs en bois

Étanchéité des façades

NF DTU 42.1 Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères

Étanchéité des toitures

DTU 43.1 Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine

NF DTU 43.11 Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de montagne

NF DTU 43.3 Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité

NF DTU 43.4 Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtement d'étanchéité

DTU 43.5 Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses ou inclinées

NF DTU 43.6 Étanchéité des planchers intérieurs en maçonnerie par produits hydrocarbonés

Joints

NF DTU 44.1 Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics (indice de classement : P 85-210)

Isolation thermique

DTU 45.1 Isolation thermique des bâtiments frigorifiques et des locaux à ambiance régulée

NF DTU 45.2 Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de – 80 °C à + 650 °C

FD DTU 45.3 Bâtiments neufs isolés thermiquement par l'extérieur – Guide de conception des bâtiments et de rédaction des documents particuliers du marché

Parquets

NF DTU 51.1 Pose des parquets à clouer

NF DTU 51.11 Pose flottante des parquets contrecollés et revêtements de sol à placage bois

NF DTU 51.2 Pose des parquets à coller

DTU 51.3 Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois

NF DTU 51.4 Platelages extérieurs en bois

Revêtements durs

NF DTU 52.1 Revêtements de sol scellés

NF DTU 52.10 Mise en œuvre de sous-couches isolantes sous chape ou dalle flottantes et sous carrelage scellé

NF DTU 52.2 Pose collée des revêtements céramiques et assimilés – Pierres naturelles

Revêtements souples

DTU 53.1 Revêtements de sols textiles

NF DTU 53.2 Revêtements de sol PVC collés

Revêtements de sol coulés

NF DTU 54.1 Revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse

Parements de façade rapportés

NF DTU 55.2 Revêtements muraux attachés en pierre mince

Planchers surélevés

NF DTU 57.1 Planchers surélevés (à libre accès) – Éléments constitutifs – Exécution

Plafonds suspendus

NF DTU 58.1 Plafonds suspendus

NF DTU 58.2 Plafonds tendus

Revêtements minces

NF DTU 59.1 Travaux de peinture des bâtiments (indice de classement : P 74-201)

DTU 59.3 Peinture de sols (indice de classement : P 74-203)

DTU 59.4 Mise en œuvre des papiers peints et des revêtements muraux (indice de classement : P 74-205)

NF DTU 59.5 Exécution des peintures intumescentes sur structures métalliques (indice de classement : P 22-204)

Plomberie

NF DTU 60.1 Plomberie sanitaire pour bâtiments à usage d'habitation

NF DTU 60.11 Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales

NF DTU 60.2 Canalisations en fonte, évacuations d'eaux usées, d'eaux vannes et d'eaux pluviales

NF DTU 60.31 Canalisations en chlorure de polyvinyle non plastifié – Eau froide avec pression

NF DTU 60.32 Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié – Évacuation des eaux pluviales

NF DTU 60.33 Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié – Évacuation d'eaux usées et d'eaux vannes

NF DTU 60.5 Canalisations en cuivre – Distribution d'eau froide et chaude sanitaire, évacuation d'eaux usées, d'eaux pluviales, installations de génie climatique

Gaz

NF DTU 61.1 Installations de gaz dans les locaux d'habitation

Assainissement

NF DTU 64.1 Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement non collectif (dit autonome) – Maisons d'habitation individuelle jusqu'à 10 pièces principales

Chauffage

DTU 65.3 Travaux relatifs aux installations de sous-stations d'échange à eau chaude sous pression

DTU 65.4 Chaufferies au gaz et aux hydrocarbures liquéfiés

DTU 65.7 Exécution des planchers chauffants par câbles électriques enrobés dans le béton

DTU 65.9 Installations de transport de chaleur ou de froid et d'eau chaude sanitaire entre productions de chaleur ou de froid et bâtiments

NF DTU 65.11 Dispositifs de sécurité des installations de chauffage central concernant le bâtiment

DTU 65.12 Réalisation des installations de capteurs solaires plans à circulation de liquide pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire

NF DTU 65.14 Exécution de planchers chauffants à eau chaude

NF DTU 65.16 Installations de pompes à chaleur

Ventilation

DTU 68.3 Installations de ventilation mécanique

Installations électriques

DTU 70.1 Installations électriques des bâtiments à usage d'habitation

Références bibliographiques

Espaces extérieurs, classeur à mises à jour, éd. du Moniteur, coll. « Moniteur Référence Technique ».

Ouvrages en béton, éd. SEBTP, coll. « Calepin de chantier », 2009, 64 p.

Agde (George), Beltzig (Günter), Mas (Luc), Richter (Julian), Settelmeier (Detlef), *Sécurité des aires de jeux*, Afnor éd., 2002, 174 p.

B.C. Shakes & Single association, *Shakes et Shingles en Western Red Cedar*, 16 p.

Bernstein (Daniel) (dir. scientifique), *Traité de construction durable*, éd. du Moniteur, coll. « Référence technique », 2007, 700 p.

Blondeau-Patissier (Renaud), *Construire en CLT*, éd. du Moniteur, coll. « Mémento illustré », 2015, 176 p.

Bonnefond (Guy), Desprès (Dominique), Guilbert (André), Lacour (Jean), Le Sellin (Yves), Pouvreau (Michel), *Construire ou rénover sa maison*, éd. Denoël, 2002, 352 p.

Bourrier (Régis), Selmi (Béchir), *Techniques de la gestion et de la distribution de l'eau*, éd. du Moniteur, coll. « Référence technique », 2011, 830 p.

Bourrier (Régis), Selmi (Béchir), *Pratique des VRD et aménagement urbain*, éd. du Moniteur, coll. « Référence technique », 2e édition 2018, 962 p.

Brigand (Sylvain), *Assainissement autonome*, éd. du Moniteur, coll. « Mémento illustré », 2014, 222 p.

Brigand (Sylvain), « Filtres plantés de macrophytes », *Complément technique*, juillet-août 2010, p. 3-31.

Brigand (Sylvain), *Installations solaires photovoltaïques*, éd. du Moniteur, 2011, 284 p.

Bureau Veritas, *Guide Veritas des techniques de la construction*, classeur à mises à jour, éd. du Moniteur, coll. « Moniteur référence technique ».

Bureau Veritas, *Guide des techniques de construction durable*, éd. du Moniteur, coll. « Mémento », 2011, 204 p.

Bureau Veritas, *La Technique du bâtiment existant*, éd. du Moniteur, coll. « Référence technique », 2012, 829 p.

Couasnet (Yves), « Potentiel calorifique des matériaux et résistance au feu des constructions », *Complément technique*, mai-juin 2008, p. 64-78.

De Bouter (André), *Bâtir en paille*, éd. La Maison en Paille, 2006, 102 p.

Du Bellay (Jean-Charles), « Évacuation des personnes en situation de handicap », *Complément technique*, janvier-février 2012, p. 25.

FCBA, *Initiation à la charpente*, FCBA éd., 2e édition, collection « Technologie », 2014, 192 p.

Fioroni (René), « Les Garde-corps : où en est la réglementation ? », *Complément technique*, janvier-février 2009, p. 3-22.

Fioroni (René), « Les Échafaudages : où en est la réglementation ? », *Complément technique*, novembre-décembre 2009, p. 3-17.

Frasquet (Simone), « Végétalisation des terrasses et des toitures », *Complément technique*, septembre-octobre 2008, p. 26-45.

Frasquet (Simone), « Récupération des eaux de pluie », *Complément technique*, mars-avril 2009, p. 17-31.

Frasquet (Simone), « Végétalisation des murs et autres structures verticales extérieures », *Complément technique*, septembre-octobre 2010, p. 18-45.

Granier (Cécile), Montharry (Daniel), Platzer (Michel), *La Technique du bâtiment*, éd. du Moniteur, coll. « Référence technique », 8e édition 2017, 868 p.

Grépinet (Patrick), *Construire des bâtiments accessibles aux personnes handicapées*, éd. du Moniteur, coll. « Méthodes », 2010, 228 p.

Guégan (Christian), « Le Béton cellulaire : un matériau à (re) découvrir », *Complément technique*, novembre-décembre 2008, p. 3-38.

Guinaudeau (Jean-claude), « Établissements scolaires, les solutions pour des clôtures plus efficaces », *Complément technique*, septembre-octobre 2015, p. 18-40.

Hamayon (Loïc), *Comprendre simplement l'acoustique des bâtiments*, éd. du Moniteur, coll. « Comprendre simplement », 3e édition 2014, 240 p.

Jault (Franck), Divo (Alain), *Gestion différenciée écologique des paysages, parcs et jardins*, éd. du Moniteur, coll. « Mémento illustré », 2015, 152 p.

Karsenty (Gérard), « Mise en œuvre des ouvrages en staff traditionnel », *Complément technique*, novembre-décembre 2011, p. 3-7.

Lassalle (François), *Végétalisation extensive des terrasses et toitures*, éd. du Moniteur, coll. « Guide technique », 2008, 244 p.

Le Bloas (Carole), « Ouvrages en plaques de plâtre », *Complément technique*, juillet-août 2009, p. 3-6.

Le Bloas (Carole), « Pose des parquets à clouer », *Complément technique*, janvier-février 2010, p. 16-22.

Le Bloas (Carole), « Écrans souples de sous-toiture », *Complément technique*, janvier-février 2011, p. 2-10.

Le Bloas (Carole), « Enduits intérieurs en plâtre », *Complément technique*, septembre-octobre 2011, p. 6-7.

Le Bloas (Carole), *Accessibilité des bâtiments aux personnes handicapées*, éd. du Moniteur, coll. « Mémento illustré », 6e édition 2017, 264 p.

Lemale (Jean), « Géothermie : des techniques au service du développement durable », *Complément technique*, mai-juin 2010, p. 3-15.

Lemoine (Bertrand), Landowski (Marc), *Concevoir et construire en acier*, éd. Eyrolles, coll. « Les Essentiels acier », 2011, 112 p.

Martin (Pierre), *Façades légères en détail*, éd. du Moniteur, coll. « Expertise technique », 2017, 392 p.

Martin (Pierre), « Mise en œuvre des façades rideaux (1/2) », *Complément technique*, mars-avril 2012, p. 3-40.

Martin (Pierre), « Mise en œuvre des façades rideaux (2/2) », *Complément technique*, mai-juin 2012, p. 3-34.

Neufert (Ernst), *Les Éléments des projets de construction*, 11e édition, Dunod, éd. du Moniteur, 2014, 648 p.

Références – Bibliographie

Pascal (Laetita), *Préservation du bois dans les bâtiments*, éd. du Moniteur, coll. « Mémento illustré », 2015, 220 p.

Pascal (Laetitia), « Platelages extérieurs en bois », *Complément technique*, mai-juin 2011, p. 3-11.

Paulin (Michel), *Vocabulaire illustré de la construction*, éd. du Moniteur, 4e édition, coll. « Guide technique », 2018, 340 p.

Rabin (Dominique), *La Maison sur mesure*, éd. du Moniteur, 3e édition 2013, 262 p.

Réseau français de la construction en paille, *Règles professionnelles de construction en paille - Règles CP 2012*, éd. du Moniteur, 3e édition 2018, 220 p.

Socotec, Anah, *Rénover et réhabiliter les copropriétés*, éd. du Moniteur, 2015, 250 p.

Socotec, *Entretien, rénovation, réhabilitation des bâtiments*, classeur à mises à jour, éd. du Moniteur, coll. « Moniteur Référence Technique ».

Socotec, *Sécurité incendie*, classeur à mises à jour, éd. du Moniteur, coll. « Moniteur Référence Technique ».

Tavaillon, *Cahier des règles professionnelles des couvertures en bardeaux de bois*, toiture-tavaillon.com, 5e édition, 2004.

Virolleaud (François), Laurent (Maurice), *Le Ravalement*, éd. du Moniteur, 2011, 652 p.

Autres sources

Circulaire interministérielle n° 2007-53 DGUHC du 30 novembre 2007 relative à l'accessibilité des établissements recevant du public, des installations ouvertes au public et des bâtiments d'habitation (NOR : MLVU0766613C) (texte non paru au *Journal officiel*).

Circulaire du 3 février 2012 relative au respect des modalités de calcul de la surface de plancher des constructions définie par le livre I du Code de l'urbanisme (NOR : DEVL1202266C) (texte non paru au *Journal officiel*).

Documentation

Acome, AFL, Area, Arval, Atheba, Batiroc, Cimbéton, CTMNC, Delabie, Diesal-piscines, Distripool, Dow, Eternit, Eurotoit, Fribaud, Gardena, Goval, Hager, Isover, Jaccuzi, Knauf, Laski, Lafarge, Legrand, MSE, Myd'l, Nicoll, Osram, PGF, Placo, Poujalat, Profil Acier, Quick Plom, Rehau, Ribitech, Rockwool, Saint Gobain, Sfece, Siemens, Somatherm, Somfi, Soprema, Technal, Techtile energy, Unilin systems, Velux, Viessmann, Watts, Xella.

Sites Internet

http://ron-des-fades.blogspot.fr
http://thatchingadvisoryservices.co.uk
http://piscineinfoservice.com
www.futura-sciences.com
www.afp-portails.com
www.plyco.com
www.piscines-hydrosud.fr
www.systemed.fr

Index

A

D

E

F

G

H

Index

I

J

L

M

Q

R

S

T